IMPERIAL BUREAU
3 APR. 1930
OF MYCOLOGY

ANNALES

DES

ÉPIPHYTIES

14e Année 1928

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES

DES ÉPIPHYTIES

PUBLIÉES PAR

L'INSTITUT DES RECHERCHES AGRONOMIQUES

COMITÉ DE RÉDACTION

MM.

BOUVIER, Membre de l'Institut, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

CAPUS, Membre de l'Académie d'Agriculture, ancien Ministre de l'Agriculture.

DEMOLON, Ingénieur agronome, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

FOEX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale de Versailles.

MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum National d'Histoire naturelle.

MARCHAL, Membre de l'Institut, Directeur de la Station centrale entomologique de Paris.

MM.

MONICAULT (de), Ingénieur agronome, Député de l'Ain, Membre de l'Académie d'Agriculture.

REY, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

RICARD, Ingénieur agronome, ancien Ministre de l'Agriculture.

ROUX (Eug.), Docteur ès-sciences, Conseiller d'Etat, Directeur de l'Institut des Recherches agronomiques.

SCHRIBAUX, Ingénieur agronome, Directeur de la Station d'amélioration des Plantes

VIALA, Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut National Agronomique, Inspecteur général des Stations et Laboratoires du Ministère de l'Agriculture.

RÉDACTEUR EN CHEF : M. le Professeur P. MARCHAL, Membre de l'Institut, Directeur de la Station centrale entomologique de Paris.

RÉDACTEUR PRINCIPAL : M. E. FOEX, Directeur de la Station centrale de Pathologie végétale de Versailles.

SECRÉTAIRES DE LA RÉDACTION : MM. G. ARNAUD et P. VAYSSIÈRE.

ADMINISTRATION ET RÉDACTION :

INSTITUT des RECHERCHES AGRONOMIQUES

42 *bis*, rue de Bourgogne

PARIS (VIIe)

ETUDE BIOLOGIQUE ET MORPHOLOGIQUE DU PUCERON LANIGÈRE DU POMMIER [*ERIOSOMA LANIGERUM* (Hausmann)]

par Paul MARCHAL

Membre de l'Institut

Directeur de la Station Entomologique de Paris

Sommaire

I. — Cycle évolutif du Puceron lanigère en Amérique, p. 3.

II. — Introduction et dispersion du Puceron lanigère en Europe et dans les autres parties du monde, p. 13.

III. — Cycle évolutif en Europe, p. 14.

IV. — Etude morphologique des différentes formes se succédant au cours du cycle, p. 21 ; 1. Fondatrice, p. 23 ; 2. Aptères gallicoles, p. 28 ; 3. Ailés gallicoles, p. 29 ; 4. Emigrés aptères, p. 36 ; 5. Emigrés ailés virginipares, p. 36 ; 6. Ailés sexupares, p. 33 ; 7. Sexués, p. 44.

V. — Etude biologique des différentes formes se succédant au cours du cycle : 1. La fondatrice et sa descendance (aptères gallicoles, ailés gallicoles) sur l'Orme américain, p. 48 ; 2. Les générations parthénogénétiques aptères (émigrés aptères) sur le Pommier, p. 48 ; 3. Les ailés (ailés virginipares et ailés sexupares), p. 57 ; 4. Les sexués, p. 68.

VI. — Action de l'Insecte sur la plante, p. 72.

VII. — Plantes nourricières : Immunité et résistance à l'attaque du Puceron lanigère ; Emploi des porte-greffes résistants, p. 80.

Note annexe : Compte rendu des expériences sur les Pucerons lanigères d'origine américaine, p. 97.

L'histoire biologique du Puceron lanigère (1) est dominée par ce fait que, dans son pays d'origine, c'est-à-dire dans l'Amérique du Nord, cet

(1) Le Puceron lanigère [*Eriosoma lanigerum* (Hausmann), souvent désigné aussi sous le nom de *Schizoneura lanigerum*] appartient à la sous-famille des *Eriosomatinæ* (*Pemphiginæ* de Mordwilko) et au groupe des *Eriosomatini*, plus connus sous l'ancien nom de Schizoneuriens, qu'il eût été peut-être préférable de conserver ainsi que le nom générique de *Schizoneura*, en dépit des exigences de la nomenclature. Dans l'historique de la synonymie de l'Insecte nous relèverons que c'est d'abord sous le nom d'*Aphis lanigera* qu'il a été décrit par Hausmann en 1802 ; puis viennent les désignations : *Eriosoma mali* (Leach 1818), *Myzoxylus mali* (Blot 1831), *Schizoneura lanigera* (Hartig 1841), *Eriosoma lanigera* (Baker 1915) ; ce dernier nom, conforme aux règles de la nomenclature, en ce qui concerne les désignations du genre et de l'espèce, a l'inconvénient d'un désaccord entre les désinences (soma étant du neutre) : c'est donc avec raison qu'il a été modifié en *Eriosoma lanigerum*. C'est à tort qu'à certaines phases de son étude biologique l'Insecte qui nous occupe a été confondu avec *Eriosoma ulmi* L., *E. americanum* Riley, *E. lanuginosum* Hartig, qui sont des espèces tout à fait distinctes.

Insecte présente au cours de son cycle annuel une migration régulière allant du Pommier à l'Orme et inversement, tandis qu'en Europe où il s'est accli

Fig. 1. — Colonie de Pucerons lanigères sur rameau de Pommier. Le duvet blanc recouvrant les Insectes a été partiellement enlevé. Réduction très légère (9/10).

maté depuis plus d'un siècle, les migrations sur l'Orme font défaut. En Amérique, le Puceron lanigère présente donc des générations alternant sur

2 hôtes jouant des rôles différents. L'Orme, suivant le langage couramment adopté pour l'étude des Aphidiens migrateurs, joue le rôle d'hôte définitif ou d'hôte primaire, c'est-à-dire qu'il reçoit la génération sexuée et au moins deux générations parthénogénétiques gallicoles issues de cette dernière. Le Pommier et quelques essences voisines jouent le rôle d'hôtes intermédiaires, c'est-à-dire que les nombreuses générations qui se succèdent, au cours de l'année, sur les parties ligneuses ou les pousses de ces arbres s'y multiplient exclusivement par parthénogénèse; elles peuvent d'ailleurs s'y perpétuer d'une façon ininterrompue et indéfinie.

En Europe, la génération sexuée reste inopérante et l'Insecte se multiplie exclusivement sur l'hôte intermédiaire, c'est-à-dire sur le Pommier et rarement sur quelques essences de la même famille.

Aussi bien en Amérique qu'en Europe et dans les autres parties du monde où il s'est maintenant répandu, le Puceron lanigère est connu par ses ravages sur le Pommier où il se multiplie sur les parties ligneuses aériennes et souvent aussi sur les racines en provoquant sur les unes et les autres la formation de tumeurs caractéristiques. Il doit son nom latin, ainsi que ses noms français et anglais (Woolly Aphis) à la sécrétion cireuse ayant l'aspect d'un épais duvet laineux qui recouvre l'Insecte et qui émane des glandes cutanées dorsales. La désignation générique d'Eriosoma (ἔριον laine) présente la même origine. Il doit ses noms allemand et hollandais (Blutlaus, Bloedluis) qui signifient Puceron sanguin au liquide rouge qui s'écoule du corps de l'Insecte après écrasement de ce dernier.

I. — Cycle évolutif du Puceron lanigère en Amérique

Les travaux qui ont fait connaître le cycle américain du Puceron lanigère avec migration sur l'Orme sont de date relativement récente. Les principaux sont dûs à Edith Patch (1912-1916) qui découvrit l'existence de cette migration, puis à Gillette (1912), A. C. Baker (1915) et Geo. Becker (1918) qui précisèrent cette découverte et apportèrent des contributions nouvelles à l'étude biologique de cet Aphidien.

C'est en prenant comme base les travaux de ces auteurs que nous retracerons l'histoire biologique du Puceron lanigère suivant son cycle américain. Nous y ajouterons des observations que nous avons pu faire, en particulier sur les premières phases de l'évolution de la fondatrice, grâce à l'envoi de matériaux qui nous ont été adressés des Etats-Unis par l'obligeant concours de MM. L.O. Howard, A.C. Baker et Mason.

En Amérique, dans le courant des mois de septembre et d'octobre, on voit se développer en grand nombre des ailés au milieu des colonies de Puce-

rons lanigères aptères qui vivent sur les Pommiers, sur divers *Cratægus* et et sur le Sorbier américain (*Sorbus* ou *Pirus americana*); ces ailés sont tous sexupares. Lorsqu'ils sont arrivés à maturité ils grimpent en haut des rameaux sur lesquels ils se sont développés et prennent leur vol pour émigrer sur les Ormes américains (*Ulmus americana*). Cette migration semble se faire dans des conditions particulièrement favorables pendant la série de beaux jours ensoleillés qui précède la venue de la saison froide et à laquelle on donne aux Etats-Unis le nom d'été indien. On les voit voler pendant l'après-midi au soleil, et le soir on les trouve abattus sur l'écorce rugueuse des troncs d'Orme, en train de déposer dans les crevasses les sexués qu'ils engendrent par parthénogénèse et par viviparité. Le nombre des sexués produits par un sexupare est en moyenne de 6 [Baker].

Ces sexués de très petite taille, dépourvus de rostre et ne se nourrissant pas, subissent 4 mues successives; mais ils ne grandissent pas. Après la dernière mue ils sont devenus adultes et l'accouplement a lieu. Le femelle fécondée dépose un œuf unique dans les fentes de l'écorce. Cet œuf fécondé est destiné à passer tout l'hiver et il n'éclora qu'au printemps suivant.

Il est à remarquer que les auteurs américains ne paraissent pas avoir observé la migration du Puceron lanigère sur l'Orme en captivité. Edith Patch et Baker ne mentionnent pas d'expériences faites à cet égard. Becker [1918] rapporte qu'il a tenté de faire passer les ailés sur les jeunes Ormes ou sur des rameaux d'Orme disposés à l'intérieur de deux cages, mais que ses essai n'ont donné que des résultats négatifs. Le fait que l'on n'a pu constater, de visu, *dans des expériences de laboratoire*, la migration des ailées sexupares pourrait au premier abord faire douter de la réalité de ce phénomène. Mais nous verrons plus loin qu'il est facile de réaliser l'expérience inverse consistant à faire passer et reproduire sur le Pommier les ailés qui se développent au printemps sur l'Orme et que par suite l'existence de séries de générations vivant alternativement sur l'Orme et le Pommier se trouve nettement démontrée.

De plus, les observations faites dans la nature sont également probantes et il ne peut y avoir aucun doute sur l'identité des ailés sexupares que l'on trouve en automne à leur point de départ (Pommier ou *Crataegus*), des ailés que l'on prend au vol pendant leur parcours, ou enfin de ceux que l'on récolte à leur point d'atterrissage (Ormes).

Il est à noter que parmi tous ces ailés qui s'envolent en abandonnant les Pommiers et les *Crataegus*, il y en a qui s'égarent et qui vont aborder sur des arbres d'essences diverses incapables d'assurer la perpétuité de leur descendance. Il y en a aussi parfois qui, saisis sans doute par les froids, restent sur leurs hôtes intermédiaires et peuvent y déposer des sexués. Mais de tous ces ailés sexupares seuls ceux qui ont abordé sur les Ormes et qui de beaucoup sont les plus nombreux donneront une descendance pouvant se perpétuer.

Les observations des auteurs américains ne nous font pas connaître avec précision comment les Ormes (*Ulmus americana*) exercent sur les ailés sexupares leur attraction, et il convient d'ajouter que nous ne sommes guère plus renseignés, à cet égard, pour les autres Eriosomiens migrateurs. Ce sont évidemment pourtant des effluves propres aux arbres dont elles émanent qui attirent les sexupares des divers *Pemphiginae*. Mordwilko a cité des exemples typiques démontrant le rôle capital qui revient à l'odorat dans l'attraction par certaines essences forestières des Pucerons migrateurs. Le fait de l'attraction par des émanations odorantes étant mis hors de doute, il reste à préciser, d'une façon générale pour les Pucerons migrateurs et d'une façon plus particulière pour le Puceron lanigère, si c'est la masse du feuillage qui attire les ailés sexupares et si ces derniers se posent d'abord sur les feuilles avant de descendre le long des branches et du tronc, ou bien au contraire s'ils abordent directement sur les écorces sans faire de stations préalables sur les feuilles. Or, jusqu'ici toutes les données utiles n'ont pas été apportées sur cette question. Diverses observations sur lesquelles nous aurons à revenir me portent pourtant à penser qu'il y a d'abord pour les ailés, tout au moins pour une partie d'entre eux, prise de contact avec les feuilles de l'Orme et que ce n'est alors que secondairement qu'ils descendent sur les écorces pour y déposer les sexués. Il se peut aussi qu'il y ait abordage direct sur le tronc. (1)

Quoi qu'il en soit à cet égard, les œufs qui ont été, à l'arrière-saison, déposés par les femelles fécondées dans les fissures de l'écorce des Ormes éclosent au printemps suivant à une époque variable suivant la latitude, première quinzaine de mars dans l'Arkansas (district des Ozarks) d'après Becker, premiers jours d'avril dans la Virginie (d'après Baker), d'une façon paraissant notablement plus tardive dans le Maine (d'après Edith Patch), mais coïncidant avec le moment où les bourgeons de l'Orme s'apprêtent à s'ouvrir. De ces œufs sortent alors les fondatrices, très mobiles au premier stade, qui grimpent le long de l'arbre et des rameaux pour gagner les bourgeons de l'Orme. Elles s'arrêtent à la base de ces derniers et attendent qu'ils s'entrouvrent, cette période d'attente pouvant, dans certains cas, d'après Baker se prolonger de 8 à 10 jours.

J'ai eu l'occasion d'examiner des bourgeons et des pousses d'*Ulmus americana* attaqués par ces fondatrices et leur descendance (2). Les échan-

(1) C'est à cette opinion que paraît se ranger Mordwilko lorsqu'il dit en parlant d'une façon générale des *Pemphiginae* : « Die Sexuparen fliegen gewöhnlich unmittelbar auf die Rinde der Stämme und Aste über und legen hier Larven einer zweigeschlechtigen Nachkommenschaft ab. » (*Biol. Centralbl.*, XXIX, 1909, p. 151.)

(2) Les résultats de ces observations sont déjà parus dans une note préliminaire présentée à l'Académie des Sciences (*C. R. Ac. Sc.*, 14 janvier 1924, p. 271).

tillons recueillis à Vienna (Virginie) au printemps de 1923 et mis aussitôt après leur récolte dans l'alcool, m'ont été envoyés de Washington. Ce matériel, prélevé et conservé dans d'excellentes conditions, que je dois à la grande obligeance de MM. L.-O. Howard et P.-W. Mason, m'a permis de préciser quelques points intéressants de la biologie du Puceron lanigère.

Les bourgeons correspondant aux stades les plus jeunes avaient été récoltés le 11 avril. Bien que gonflés, ils étaient, pour la plupart, complètement fermés, les feuilles ne pointant pas encore en dehors de l'enveloppe écailleuse. Les fondatrices s'étaient détachées dans le liquide conservateur; mais au point où elles s'étaient antérieurement fixées, se trouvaient une et souvent deux mues solidement suspendues par leurs rostres, dont la pointe était encore engagée dans les tissus de la plante (fig. 2).

Fig. 2. — Les deux premières mues d'une fondatrice du Puceron lanigère à la base d'un bourgeon d'*Ulmus americana*. Gr. = 6.

Ces deux mues, toujours placées l'une contre l'autre, correspondaient au premier et au deuxième stade de la fondatrice. Leur point de fixation était constamment le même : sur la ligne d'insertion du bourgeon, entre la base de ce dernier et la cicatrice laissée sur le rameau par la chute de la

feuille de l'année précédente. Sur quelques bourgeons de ce premier lot se trouvaient trois mues au lieu de deux, fixées exactement au même endroit et de la même façon. Elles correspondaient alors au premier, au deuxième et au troisième stade de la fondatrice et, en ce cas, le bourgeon était à une phase de développement un peu plus avancée, laissant émerger le sommet d'une feuille crispée en dehors des écailles.

Dans un second lot correspondant à une récolte faite le 25 avril, les bourgeons avaient été pris en voie d'épanouissement. Tous étaient déformés de la même façon (fig. 3 et 4) : l'ensemble de l'axe et des jeunes feuilles qui les constituaient était fortement recourbé en crossette et la concavité de cette dernière correspondait au côté où la fondatrice s'était fixée dès le début, c'est-à-dire au côté que marque la cicatrice laissée par la feuille de l'année précédente. En cette occurrence, la fondatrice était généralement passée au

Fig. 3. — Bourgeons d'*Ulmus americana* déformés en crossettes par la fondatrice du Puceron lanigère (celle-ci, déjà généralement passée au 4e stade et logée à la base d'une feuille à l'intérieur du bourgeon : voir fig. 5) [très faible grossis. ; échelle indiquée par le trait qui correspond à 1 centim.]. Virginie (Etats-Unis), 25 avril 1923.

quatrième stade et avait quitté son emplacement primitif pour se loger entre les feuilles du bourgeon déformé en crossette, son rostre étant enfoncé à la base d'une feuille (fig. 5). La place primitivè qui avait été occupée par la fondatrice était toujours marquée par les mues qu'elle y avait abandonnées (3, si ces mues s'y trouvaient au complet). Sur certains échantillons du même lot (tel est notamment celui représenté par la figure 4), la fondatrice était encore au troisième stade; mais elle avait alors conservé sa situation première au niveau de la ligne d'insertion du bourgeon, tout à côté de ses deux premières mues, et le bourgeon, bien que fortement déformé en crossette, était moins épanoui et moins développé que dans le cas précédent.

Les observations qui viennent d'être rapportées, précisent et complètent celles de A.-C. Baker et de Geo-G. Becker qui avaient constaté le stationnement précoce de la fondatrice à la base des bourgeons non encore ouverts.

Il en résulte que, au premier stade, au deuxième et au troisième, la

fondatrice se nourrit et s'accroît en restant fixée au même point extérieur, à la base du bourgeon (ligne d'insertion), ce bourgeon étant même entièrement clos pendant toute la durée du premier et du deuxième stade et ne commençant à s'ouvrir que pendant la durée du troisième stade. Il se dé-

Fig. 4. — Bourgeon d'*Ulmus americana* déformé en crossette et portant encore à sa base une fondatrice de Puceron lanigère au 3e stade avec ses deux mues. [Gr. =6.]

forme alors en crossette sous l'influence de la piqûre de l'Insecte, par suite d'une croissance moindre du côté où ce dernier est fixé. Il est remarquable que cette déformation est déjà très nettement caractérisée, alors que le Puceron occupe encore une situation extérieure et a son rostre enfoncé au niveau de la ligne limite entre le bourgeon et le rameau sur lequel il s'insère.

Le fait que la fondatrice du Puceron lanigère, qui éclôt d'une façon très précoce par rapport à l'état de la végétation des Ormes, poursuit les premières phases de son développement à la base d'un bourgeon encore complètement clos, porte à penser que, si cette éclosion est retardée jusqu'à l'époque où les bourgeons gonflés de sève sont en train de débourrer, l'évolution de l'Insecte devient impossible. Ainsi s'expliquerait ce fait, constaté

dans l'Arkansas par Becker, que les Ormes sont en général plus susceptibles d'être attaqués par le Puceron lanigère, lorsque, pour une raison ou pour une autre, le départ de leur végétation se trouve en retard au printemps.

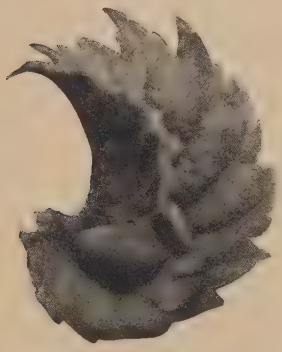


Fig. 5. — Fondatrice parvenue au 4e stade, ayant quitté sa première position à la base du bourgeon (fig. 4) pour se fixer à l'intérieur, à la base d'une jeune feuille; cette dernière a été détachée du bourgeon déformé en crossette. [Gr. = 6.] Virginie (Etats-Unis), 25 avril 1923.

Lorsque le bourgeon est déjà bien débourré, la fondatrice parvenue au 4e ou au 5e stade (peut-être dans certains cas étant encore au 3e stade), quitte sa position première à la base du bourgeon pour pénétrer à l'intérieur de ce dernier déjà déformé en forme de crosse, et par ses piqûres elle provoque le recroquevillement et la frisure des feuilles, celles-ci restant insérées sur un axe à entre-nœuds épaissis et raccourcis. Ainsi prend naissance la déformation caractéristique du bourgeon désignée par les Américains sous le nom de « rosette », déformation qui continuera à se développer et à s'accentuer sous l'influence des pucerons formant la descendance de la fondatrice (fig. 6 et 7). Après avoir subi ses 4 mues, cette dernière parvenue au 5e stade dépose en effet dans la « rosette » les jeunes de la génération suivante et sa fécondité dépasse celle de toutes les autres formes du Puceron lanigère.

Fig. 6. — Bourgeons d'*Ulmus americana* déformés en crossettes. Stade de passage à la rosette, plus avancé que celui des figures précédentes (2 mai 1923). A l'intérieur, une nouvelle génération de Pucerons est issue de la fondatrice.

D'après Baker, elle peut engendrer près de 300 jeunes qui se mettent aussitôt à piquer les jeunes feuilles au voisinage de la mère et provoquent ainsi un accroissement progressif de la déformation en rosette. Ces Pucerons engendrés

par la fondatrice constituent la seconde génération, comptée à partir de l'œuf d'hiver: Au moins une partie d'entre eux restent aptères et arrivent à maturité à la fin d'avril ou au début de mai (Etat de Virginie). Par parthénogénèse les aptères de cette 2e génération en engendrent une 3e qui se rencontre dans les rosettes pendant la deuxième quinzaine de mai et au début de juin; après 4 mues successives, les individus de cette 3e génération se transforment en ailés virginipares du printemps (spring migrants), qui, pendant le courant de mai et une partie de juin (dans l'Etat de Virginie), vont prendre leur vol pour

Fig. 7. — Pousses d'*Ulmus americana* déformées en rosettes : stade plus avancé que les précédents (8 mai 1923). La nombreuse descendance de la fondatrice s'est répandue dans la pousse et concourt avec elle à sa déformation. [Gr. nat.]

émigrer sur les Pommiers ou les Crataegus. D'après les observations faites sur les échantillons envoyés d'Amérique, il nous paraît probable que la génération gallicole issue des fondatrices se transforme partiellement en ailés et partiellement en aptères. La lignée des ailés émigrants serait ainsi formée de descendants de la fondatrice au premier et au deuxième degré. La migration des ailés sortant des rosettes de l'Orme américain a été observée en détail par Edith Patch, par Baker et par Becker, soit dans la nature, soit dans des serres ou des cages d'expériences. Elle a lieu généralement par une chaude journée ensoleillée du printemps. Les ailés délaissent alors les rosettes dans lesquelles ils viennent de se développer, grimpent jusqu'à l'extrémité de l'une des feuilles les plus saillantes et prennent leur vol; ils peuvent ainsi parcourir des distances assez considérables, mais trouvent souvent dans le voisinage les

arbres qui marquent le terme de leur migration. Ils s'abattent alors sur ces arbres (Pommiers, *Crataegus*, *Sorbus*), choisissent généralement la face inférieure d'une feuille d'une jeune pousse vigoureuse ou d'un gourmand (water-sprout). Ils y déposent leurs jeunes qui implantent leurs rostres dans les tissus des rameaux et évoluent en passant par 5 stades successifs: cette nouvelle génération (la 4e à partir de l'œuf d'hiver) est exclusivement formée d'aptères qui, d'après Baker, ont une faible tendance à se déplacer et restent en général dans le voisinage de la place où les ailés les ont déposés. Toujours par parthénogénèse et par viviparité, cette génération en donne une nouvelle également formée d'aptères, qui, d'après le même auteur, évolue pendant tout le mois de juillet et le commencement d'août : contrairement à ceux de la précédente génération, ces aptères ont une tendance marquée à quitter les parties de la plante sur lesquelles ils ont été déposés par leurs progéniteurs et une bonne partie d'entre eux descendent le long des branches et du tronc pour envahir le collet et les racines. Enfin la 6e génération est constituée, en grande partie, par les ailés d'automne sexupares (fall-migrants) qui doivent effectuer la migration de retour sur l'Orme; ces ailés sexupares sont engendrés par les Pucerons de la génération précédente qui sont restés sur les parties aériennes de la plante.

Il est très important de remarquer que, si l'Orme (hôte définitif) est complètement débarrassé du Puceron lanigère par une migration totale de la 3e génération (ailés virginipares « spring migrants »), les Pommiers (ou plantes affines servant d'hôtes intermédiaires) ne sont pas entièrement libérés par la migration de retour qui n'est que partielle. La 6e génération n'est pas en effet uniquement composée d'ailés sexupares migrateurs destinés à retourner sur l'Orme; mais elle comporte aussi des aptères qui restent sur la plante où ils sont nés et ont le temps avant l'hiver de déposer leurs jeunes. Ces derniers constituent une 7e génération qui hiverne à des stades plus ou moins avancés du développement et vivent en colonies aériennes sur le tronc ou sur les branches, ou surtout en colonies souterraines sur les racines du Pommier ou plantes affines. Les colonies souterraines résistent parfaitement aux froids de l'hiver; la mortalité est au contraire très grande dans les colonies aériennes et, d'après Baker, il n'y a guère que les très jeunes stades qui résistent. Suivant les climats il existe d'ailleurs de grandes variations à cet égard. Toujours est-il qu'au printemps, malgré la très grande quantité d'ailés qui ont émigré sur les Ormes, les Pommiers hébergent encore une réserve de Pucerons lanigères suffisante pour que les ravages recommencent rapidement. Parmi ces hivernants qui ont pris pendant la saison froide une coloration d'un noir verdâtre et beaucoup plus foncée que de coutume, beaucoup quittent les racines pour remonter au printemps sur les parties aériennes; après avoir mué le nombre de fois nécessaire pour parvenir à l'âge adulte, ils engendrent eux-mêmes une nouvelle lignée de Pucerons, et les

générations peuvent ainsi, pendant des années, se succéder par parthénogénèse sur les mêmes Pommiers, sans qu'une contamination nouvelle par des ailés venus des rosettes de l'Orme soit obligatoire.

Se poursuivant d'une façon parallèle au cycle qui comporte la reproduction sexuée avec migration entre 2 hôtes différents (Orme et Pommier ou arbre du même groupe), il y a donc pour le Puceron lanigère un cycle exclusivement parthénogénétique et indéfini ne comportant qu'un seul hôte, le Pommier ou autre Pomacée. Comme nous le verrons, c'est surtout dans la connaissance de l'évolution biologique du Lanigère en Europe que la notion de ce cycle indéfini sur l'hôte intermédiaire trouve sa confirmation certaine.

Dans le premier cycle (cycle diœcique ou à 2 hôtes), le nombre total des générations d'après les observations d'Edith Patch serait seulement de 7. Mais il doit y avoir à cet égard des variations suivant le climat et, d'après Becker, dans l'Arkansas, le nombre total des générations doit être supérieur au précédent; car il y a certainement place pour plus de 2 générations d'aptères sur les Pommiers entre le moment où les ailés printaniers émigrent des Ormes sur ces arbres et celui où les ailés d'automne abandonnent les Pommiers pour retourner aux Ormes.

Dans le deuxième cycle (cycle monoecique ou à hôte unique), le nombre annuel des générations est également variable suivant le climat ou les années et semble pouvoir s'élever jusqu'à 12.

L'importance relative des deux cycles évoluant parallèlement apparaît comme fort variable : toujours est-il que dans certaines régions de l'Amérique, telles que celle du Maine, le développement des lignées du Puceron lanigère sur l'Orme est si abondant, d'après Edith Patch, que beaucoup d'*Ulmus americana* (désignés par les Américains sous le nom de White Elms) ont certaines années toutes leurs branches littéralement couvertes de pousses déformées en rosettes par cet Insecte, ce qui donne aux grands arbres un aspect lamentable et compromet la végétation des jeunes sujets. (Edith Patch, 1916, p. 337.)

Sur le Pommier les lignées radicicoles, en Amérique et surtout dans les Etats-Unis du Sud, paraissent en général présenter une importance plus grande que sous notre climat de France. Dans l'Etat de Géorgie, d'après R.I. Smith, le dommage causé par les Lanigères vivant sur les parties aériennes devient insignifiant en regard des très graves ravages causés par les générations souterraines. Nous savons d'autre part que, dans certains pays où le Puceron lanigère a été importé, tels que l'Australie, ce sont aussi les radicicoles qui sont considérés comme de beaucoup les plus dangereux, la protection contre les aériens étant regardée comme facile au moyen de méthodes simples et d'un usage courant chez les horticulteurs. Il est possible que l'hérédité variant suivant les lignées génétiques ne soit pas sans influence sur cette fréquence plus ou moins grandes des radicicoles dans les diverses régions; mais

dans la plupart des cas, les conditions climatériques et la nature du sol paraissent suffire pour rendre compte des différences observées.

II. — Introduction et dispersion du Puceron lanigère en Europe et dans les autres parties du Monde

L'historique de cette question a été bien traité dans le mémoire russe de Mordvilko, auquel nous empruntons une bonne partie des données de ce chapitre. (1)

Le Puceron lanigère fut pour la première fois observé aux environs de Londres en 1787. D'après Kirby et Spence, c'est dans une pépinière de Sloon Street que Joseph Bankes (2) constata sa présence. Il crut d'abord qu'il avait été importé avec des Pommiers venant de France; mais s'étant mis en relation avec des horticulteurs français, il acquit la certitude que cet Insecte était alors inconnu dans notre pays. Son origine américaine, qui devait être ultérieurement confirmée, lui apparut dès lors comme fort vraisemblable. A partir de 1787, la dispersion du Puceron lanigère se fit très rapidement. Pendant quelques années il resta cantonné dans les localités voisines de la capitale anglaise où il causa la perte d'un très grand nombre d'arbres. Puis il se propagea dans les autres parties du royaume, et particulièrement dans les régions à cidre : En 1810, le nombre d'arbres qui périrent dans le comté de Gloucester fut si grand que l'industrie cidrière devint sérieusement menacée. Il nous paraît assez vraisemblable qu'une telle intensité de ravages est attribuable à ce que les prédateurs indigènes n'étaient pas encore adaptés à vivre aux dépens de cet Insecte.

En Allemagne, on trouve le Puceron lanigère mentionné dès l'année 1801; il est alors signalé par Hausmann sous le nom d'*Aphis lanigera*, comme ayant fait de graves dégâts aux environs de Brême sur les Pommiers (3). Il ne devait pas encore être connu à Bade en 1855; car, ainsi que le fait remarquer Mordvilko, Nordlinger ne le mentionne pas dans son traité.

Le signalement de l'Insecte en 1810 à Jersey nous le montre se rapprochant de la France et c'est vers 1812 que l'on constate sa présence dans notre pays : il se propage alors dans les départements des Côtes-du-Nord, de la Manche, du Calvados; en 1818 on le signale à Paris, à l'Ecole de Pharmacie (4); en 1822 il envahit le département de la Seine-Inférieure; un peu plus tard il pénètre dans les départements de la Somme, de l'Aisne; en 1829 il

(1) Nous devons la traduction de ce mémoire à M. Zolotarewsky que nous sommes heureux de remercier pour le soin et la remarquable précision qu'il a apportés dans l'exécution de ce travail.

(2) *Horticultural Society's Transactions*, II, p. 162. (D'après Kirby and Spence : An introduction to Entomology, 7th edition, London 1859, p. 112.)

(3) *Magazin für Insektenkunde* (Hrsg. von Karl Illiger), I, p. 450, 1802.

(4) Emplacement actuel de l'Institut national Agronomique.

passe en Belgique et étend ses ravages aux environs de Tournay [Amyot et Serville, 1843, p. 606].

En Italie, le Puceron lanigère est mentionné en 1841 en Ligurie, il ne se disperse qu'assez lentement dans la péninsule où il reste encore rare d'après Passerini en 1862.

En Suisse, d'après Keller (1885, p. 5) c'est seulement vers 1870 qu'on commence à le rencontrer dans les vergers.

En Crimée, le Puceron lanigère a été importé vers 1862 avec des Pommiers venant de France et il s'est répandu dans les districts de la Mer Noire à la suite d'importations de Pommiers d'origine alsacienne en 1872 [Portchinsky, 1886, p. 4 et P. Garbé, 1882, p. 32-34 (d'après Mordvilko)].

Ainsi qu'on le voit, d'après ce qui précède, non seulement l'origine américaine du Puceron lanigère se trouve établie par ce que nous connaissons de son cycle aux Etats-Unis; mais, au surplus, nous sommes documentés d'une façon suffisamment précise sur l'époque de son introduction en Europe et sur la façon dont il s'est répandu dans les divers pays du Continent (1).

Ajoutons qu'aujourd'hui le Puceron lanigère se trouve dispersé dans toutes les parties du monde où se trouve le Pommier (Asie occidentale et orientale, Afrique du Nord et du Sud, Australie, Amérique du Sud).

III. — Cycle évolutif du Puceron lanigère en Europe

Le Puceron lanigère ayant été importé en Europe depuis la fin du dix-huitième siècle, et s'y étant acclimaté au point de devenir l'un des plus redoutables ennemis du Pommier, il était intéressant de rechercher si cet Insecte présente, dans sa nouvelle patrie, des migrations comparables à celles qui ont été décrites en Amérique.

Depuis 1913, j'ai fait une série d'observations et d'expériences en vue d'élucider cette question (P. Marchal, 1913, 1919).

Dans les établissements horticoles de Châtenay, près de Paris, il existe des *Ulmus americana* de tailles diverses plantés dans le voisinage des Pommiers atteints par le Puceron lanigère; or, jamais je n'ai rencontré sur ces Ormes américains de déformations en rosettes pouvant être attribuées aux fondatrices de ce Puceron; jamais d'ailleurs je n'en ai rencontré sur nos Ormes indigènes. A l'automne de l'année 1916, j'ai fait planter 3 *Ulmus americana* de 6 à 7 ans le long d'un espalier de Pommiers (Calville-blanc) très fortement envahis par le Puceron lanigère (2); or, même en recouvrant le tout d'un grand voile de mousseline qui, fixé à l'auvent du mur, retombait

(1) Les auteurs qui ont soutenu la thèse, aujourd'hui inadmissible de l'origine européenne du Puceron lanigère sont notamment L. Krüger (Stettin 1899) et Theobald (1921).

(2) Ces Ormes en grands pots de terre depuis l'année précédente, étaient en bonne végétation; ils n'ont pas eu à souffrir du déplacement et de la transplantation.

jusqu'à terre et s'étendait sur une longueur de 4 mètres, en obligeant les ailés sexupares partant des pousses de Pommier à stationner par milliers sur l'étoffe ou sur les feuilles d'Orme qui se trouvaient en contact avec elle, je n'ai pu obtenir la moindre contamination des arbres mis en expérience.

Il est donc manifeste qu'en France, dans les conditions habituelles et normales, le cycle évolutif du Puceron lanigère offre des caractères très différents de ceux qu'il présente en Amérique. La génération sexuée n'aboutit pas dans notre pays et l'espèce se perpétuant pendant l'hiver sur le Pommier au moyen des hivernants se maintient sur cet arbre par parthénogénèse indéfinie. Les observations de Del Guercio en Italie, de Schneider-Orelli en Allemagne, de Mordvilko en Russie, faites indépendamment des miennes, tendent à montrer qu'il doit en être de même dans les autres régions de l'Europe. Et, si Theobald dit avoir constaté en Angleterre l'existence pour le Puceron lanigère d'une migration sur l'Orme, il est à peu près certain que cette assertion résulte d'une confusion avec une autre espèce indigène vivant également sur l'Orme dont j'ai fait connaître la biologie en 1919 en la décrivant sous le nom d'*Eriosoma ulmosedens* et qui paraît devoir être identifiée avec *Eriosoma Patchiae* Börner, 1916.

Il nous paraît très probable que Monzen (1926), au Japon, s'est trouvé en présence de la même espèce et que c'est par suite de cette circonstance qu'il s'est trouvé conduit à admettre pour ce pays l'existence de migrations régulières du Puceron lanigère sur l'*Ulmus campestris*.

Il reste à rechercher dans quelles conditions et pour quelles causes en Europe se produit la rupture du cycle qui se poursuit en Amérique sur l'*Ulmus americana*.

Nous savons qu'en Europe les ailés sexupares existent et qu'ils apparaissent même parfois en automne sur les Pommiers en grand nombre (1). Nous savons aussi que ces ailés produisent en captivité de nombreux sexués et que les femelles après accouplement donnent des œufs d'hiver. Enfin une observation peu connue et déjà ancienne de Goethe (2) a montré que ces œufs peuvent éclore après l'hiver et donner des fondatrices.

Mais sur quels arbres les œufs fécondés sont-ils habituellement déposés? Et que deviennent au printemps les fondatrices?

Dans le but d'approfondir cette question, j'ai fait en 1916 et 1917 une série d'expériences avec le concours de Madame Vuillet, qui, à cette époque,

(1) Surtout en bonne exposition sur les espaliers. En Hollande, d'après Van der Goot (1915), les ailés du Puceron lanigère feraient défaut.

(2) Cette observation a été rappelée récemment par Schneider Orelli et Leuzinger (1926), page 53. — Goethe comme tous les auteurs de cette époque pensait que ces fondatrices devaient évoluer sur les Pommiers. Et l'on ne pouvait guère se faire alors une autre idée de l'évolution de l'Insecte, puisque les migrations du Pommier à l'Orme américain étaient inconnues.

était préparatrice à la Station Entomologique de Paris et m'a apporté une aide précieuse: ces expériences ont porté sur près de 14.000 ailés (environ 3.500 ailés en 1916 et plus de 10.000 en 1917), qui,

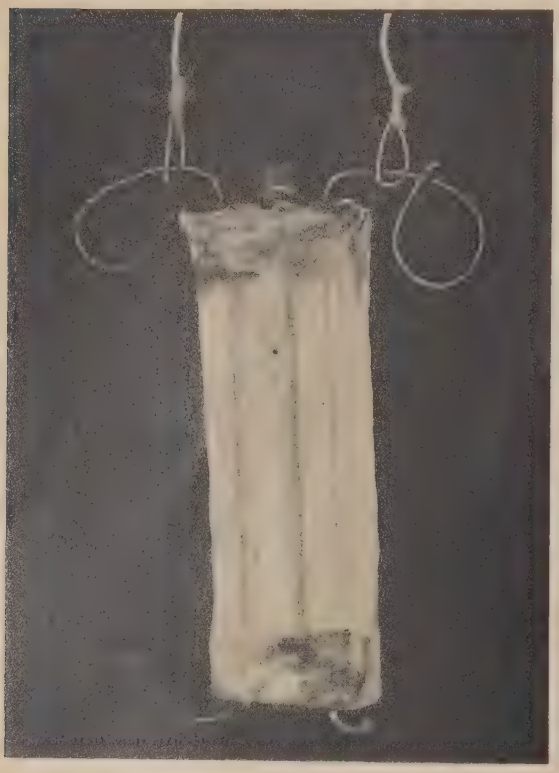


Fig. 8. — Cagette destinée à l'obtention des sexués et des œufs d'hiver. Les barrettes de moelle de sureau transparaissent au travers de la paroi de mousseline. Réduction : 7/10.

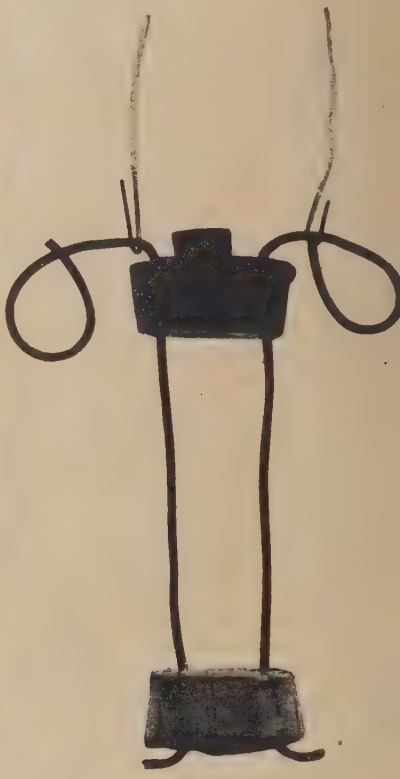


Fig. 9. — Carcasse de soutien de la cagette représentée fig. 8.

recueillis sur les rameaux des Pommiers avant leur migration, furent emprisonnés dans des cagettes (fig. 8, 9 et 10) spécialement disposées pour la production des sexués et l'éclosion des fondatrices (1).

(1) Ces cagettes cylindriques sont formées d'un manchon de mousseline mesurant 10 à 12 centimètres de long sur la paroi interne duquel sont fixées, au moyen de quelques fils, des barrettes de moelle de sureau et, dans certains cas aussi, des barrettes de liège alternant avec les premières ; le manchon est fermé à ses deux extrémités par 2 bouchons de liège, le supérieur largement perforé pour permettre l'introduction des ailés ; l'orifice d'accès peut lui-même être obturé au moyen d'un bouchon de plus petit diamètre. Pour constituer une carcasse de soutien et donner plus de rigidité à l'ensemble, deux gros fils de laiton traversent de haut en bas la cagette en reliant les deux grands bouchons ; les fils se prolongent au-dessus du bouchon supérieur en se recourbant en crochets pour permettre de suspendre aisément

Dans ces cagettes de nombreux œufs d'hiver furent déposés à l'automne et il en sortit au printemps des centaines de fondatrices. 222 de ces dernières furent placées au mois de mars, au fur et à mesure de leur éclosion, sur des *Ulmus americana* dans des conditions de végétation et d'humidité diverses; elles moururent au premier stade sans se nourrir, ou en ne faisant

Fig. 10. — Mousseline à laquelle sont fixées des barrettes de moelle de sureau et qui, roulée en cylindre, forme la paroi de la cagette représentée fig. 8. La moelle de sureau est perforée de nombreuses logettes destinées à abriter les sexués et les œufs.

que de courtes tentatives pour piquer les bourgeons. D'autre part, 171 fondatrices placées sur de jeunes Pommiers dans des conditions diverses (1) n'ont pu évoluer davantage, tandis qu'il était facile de contaminer ces dernières plantes au moyen de jeunes larves au premier stade, provenant des générations parthénogénétiques du Pommier.

En France, les œufs d'hiver déposés par la femelle fécondée en automne peuvent donc éclore au printemps et donner une fondatrice; mais cette

la cagette. Il faut noter aussi que, sur toute la longueur des barrettes de moelle de sureau et avant la mise en place de ces dernières, de nombreuses logettes destinées à servir de retraites aux sexués ont été creusées avec la pointe d'une lancette. Le morceau rectangulaire de mousseline qui est utilisé pour constituer la cagette est roulé en cylindre, les bords latéraux étant rapprochés et cousus ensemble, puis paraffinés; d'autre part les deux bords supérieur et inférieur sont collés contre les pourtours des deux bouchons à l'aide de paraffine chaude.

(1) 75 ont été placées sur des Pommiers déjà contaminés, sur les plaies chancreuses de l'arbre; les autres ont été mises en rapport avec des Pommiers de semis.

fondatrice ne parvient à se développer ni sur les Ormes américains du commerce horticole, ni sur les Pommiers.

De l'ensemble des observations et des expériences qui précèdent l'interprétation qui paraît naturellement se dégager est la suivante : A la suite de l'importation du Puceron lanigère en Europe (importation remontant à plus d'un siècle), l'absence ou la très grande rareté de l'*Ulmus americana* en Europe a empêché la migration régulière qui avait lieu en Amérique entre cet arbre et le Pommier de s'établir. L'espèce n'a pu se maintenir que par des lignées parthénogénétiques se succédant d'une année à l'autre sur le Pommier (lignées qui existent d'ailleurs aussi en Amérique et évoluent conjointement à celles effectuant les migrations). Malgré la persistance des sexupares, la voie s'est en effet trouvée barrée pour la reproduction sexuée; car les sexupares n'émigrant plus sur l'Orme américain, ont produit les sexués au hasard de leur dissémination, probablement sur les Ormes indigènes, ou les Pommiers du voisinage, ou comme ils le font en captivité sur des supports quelconques: les œufs de ces sexués ont donné après l'hiver des fondatrices; mais ces fondatrices nées sur des supports impropres à leur développement sont mortes après leur éclosion. Les mêmes faits se répétant chaque année, il en est résulté qu'une génération de fondatrices apparaissant actuellement au printemps se trouve séparée d'une génération de fondatrices ayant vécu et évolué sur l'Orme américain par un très grand nombre de générations parthénogénétiques (1) ne s'étant perpétuées que sur le Pommier.

Il paraît alors rationnel d'admettre que, comme conséquence de cette longue interruption du régime ulmivore, il se soit produit dans le plasma de l'espèce et par suite dans celui des fondatrices, une modification entraînant pour ces dernières l'incapacité de vivre sur l'Orme, alors même que des Ormes américains sont mis à leur disposition.

Si vraisemblable que puisse paraître une telle interprétation, je n'ai pu l'établir jusqu'ici sur une base qui lui donne le caractère d'une certitude absolue et les expériences de contrôle que j'ai faites avec des Pucerons lanigères provenant directement d'Amérique, sans l'avoir infirmée, n'ont pu cependant me donner la confirmation que j'attendais. Ces expériences avaient pour but de rechercher comment se comporterait le Puceron lanigère de souche américaine immédiate et envoyée directement d'Amérique, en le mettant sous notre climat de France en présence d'*Ulmus americana* et d'observer notamment ce qu'il adviendrait des fondatrices au printemps. Or, en partant d'un élevage fait avec le Puceron lanigère d'Amérique à partir

(1) 1.400 générations par exemple, en supposant que le Puceron lanigère soit introduit depuis 140 ans et en admettant que le cycle de ce Puceron comporte 10 générations annuelles sur le Pommier.

des ailés émigrants de l'Orme, et dont le détail se trouve relaté dans une note annexée à ce mémoire (page 97), j'ai obtenu à l'automne de nombreux sexupares qui eux-mêmes me donnèrent des sexués; les œufs d'hiver issus de ces derniers me fournirent une dizaine de fondatrices; mais celles-ci, bien que d'origine américaine et de souche ulmivore aussi directe que possible, me donnèrent des résultats aussi complètement négatifs que ceux fournis par mon matériel (beaucoup plus abondant, il est vrai) de fondatrices européennes.

En présence de ces faits, on se trouve conduit à se demander quelles sont les causes déterminantes du non-aboutissement de la reproduction sexuée, tant chez les Pucerons lanigères de souche américaine sur lesquels ont porté mes nouveaux essais, que, d'une façon générale, chez les Pucerons lanigères de souche européenne: en se reportant à l'exposé des expériences qui concernent les Pucerons de souche américaine (voir la note annexée à la fin du mémoire, page 97) on se rendra compte que les facteurs climatiques sont susceptibles de jouer un rôle qui n'est pas négligeable. Dans ces expériences, faute très vraisemblablement d'une hivernation régulière et prolongée avec fort abaissement de température (suivant la règle climatique des Etats-Unis de l'Est, du Centre et du Nord), l'œuf d'hiver est resté sans éclore, ou bien s'il a donné une éclosion, la fondatrice qui en provenait semble avoir présenté une vitalité affaiblie la mettant dans des conditions défavorables pour former une galle et évoluer.

En dehors de la question d'hivernation, j'ai été aussi porté à prendre en considération l'influence que pouvait exercer l'état de la végétation au moment de l'éclosion des fondatrices : on pourrait en effet se demander si, en Europe, l'inaptitude que semblent présenter les fondatrices du Puceron lanigère à contaminer non seulement nos Ormes indigènes, mais encore l'Orme américain, ne tiendrait pas à un défaut de concordance entre l'époque d'apparition des fondatrices et le stade de végétation nécessaire à leur fixation ou à leur développement. (1)

A vrai dire, ces diverses explications qui tendent à rapporter à des conditions de milieu le non-aboutissement de la reproduction sexuée du Puceron lanigère en Europe permettent difficilement de comprendre la constance persistante des résultats négatifs constatés à cet égard, en dépit des variations annuelles ou régionales. Avant d'adopter d'une façon définitive la notion d'une race parthénogénétique européenne désadaptée du régime ulmivore, il nous reste toutefois encore une autre interprétation qui mérite d'être envisagée et qui est la suivante: Si en Europe, le cycle de la reproduc-

(1) Ce point de vue a été envisagé dans ma note des *Compte Rendus de l'Ac. des Sc.* du 14 janvier 1924, p. 274.

tion sexuée se trouve rompu par suite de la mort des fondatrices, même sur les Ormes américains, ce fait ne serait-il pas dû à ce que ces Ormes, bien qu'identifiés à *Ulmus americana*, ne présentent pas les caractères purs de cette espèce? On sait en effet que de très légères différences en ce qui concerne sa variété suffisent pour rendre une plante réfractaire à l'attaque des Eriosomiens. La manière dont se comportent les diverses variétés du Pommier à l'égard du Puceron lanigère nous donnent des exemples probants à l'appui de l'assertion précédente. Il n'est donc pas impossible que les Ormes américains que l'on trouve notamment en France dans le commerce horticole, aient été hybridés à des degrés divers avec une autre espèce, telle que *Ulmus effusa* (1). Il importerait donc de reprendre la question en faisant venir d'Amérique de jeunes *Ulmus americana* de race pure, et même, si possible, des individus ayant déjà porté l'une des années précédentes, des galles produites par l'*Eriosoma lanigerum* (2). On serait ainsi absolument sûr, en maintenant ces Ormes dans un état de végétation convenable, d'avoir des sujets qui ne seraient pas naturellement réfractaires à l'attaque de cet Insecte et dont les résultats positifs ou négatifs que l'on pourrait obtenir en essayant de les infecter avec des fondatrices d'origine européenne prendraient leur complète valeur. Jusqu'à ce que des expériences, dont nous envisageons dès maintenant la réalisation, aient été faites dans la direction qui vient d'être indiquée, nous croyons donc devoir réserver nos conclusions définitives sur la question suivante : Depuis son importation en Europe, le Puceron lanigère a-t-il acquis le caractère d'une incapacité complète de faire aboutir sur l'Orme sa reproduction sexuée, suivant l'interprétation à laquelle mes premières observations m'avaient d'abord conduit, et qui me paraît encore la plus vraisemblable, ou bien, au contraire, le non-aboutissement de cette reproduction tient-il à de simples conditions de milieu, en particulier à l'absence d'*Ulmus americana* de race pure et offrant les mêmes caractères spécifiques ou végétatifs que ceux qui se rencontrent en Amérique?

Quoi qu'il en soit à ce point de vue, et la question de capacité de pro-

(1) Schneider-Orelli et Leuzinger (1926), après avoir rendu compte des résultats négatifs de mes expériences, ainsi que de celles qu'ils ont faites eux-mêmes en Suisse dans la même direction, ont exposé une manière de voir qui se rapproche de celle à laquelle je me suis trouvé moi-même indépendamment conduit, bien qu'ils ne parlent pas de la possibilité d'hybridations. Ils estiment seulement avec raison qu'il importe de contrôler de très près l'exactitude des identifications fournies dans le commerce horticole; malheureusement pour les jeunes sujets qui ne fleurissent pas ce contrôle est à peu près impossible pour des espèces voisines telles que *Ulmus effusa* et *Ulmus americana*.

(2) Depuis que ce chapitre a été rédigé j'ai pu faire venir, grâce à l'obligeance de MM. L.-O. Howard et Quaintance, une vingtaine de jeunes *Ulmus americana* des Etats-Unis. Plantés pendant l'hiver 1926-1927 et mis en surveillance dans mon jardin d'Antony, j'espère, si le temps ne me fait pas défaut, qu'ils pourront être utilisés assez prochainement pour de nouveaux essais.

duire des galles foliaires sur l'Orme américain étant réservée, il importe dès maintenant de faire remarquer que les Pucerons des deux origines présentent dans leur cycle évolutif des différences très remarquables tendant à montrer que l'on se trouve bien réellement en présence de deux races biologiques. Les lignées américaines sur Pommier se distinguent notamment par une très grande production d'ailés à la fin de l'été et en automne, tous ces ailés étant sexupares (voir la note annexe, page 97). Dans les lignées européennes, au contraire, les ailés développés sur les Pommiers comportent d'abord des virginipares d'apparition précoce, puis ensuite des sexupares; ces ailés sont en nombre fort variable suivant les circonstances, mais en quantités notablement moins grandes que dans le cycle du Puceron américain. Nous avons vu aussi (page 12) l'extrême tendance à la formation de radicicoles que présentait ce dernier. Nous devons faire remarquer ici que la constitution de races distinctes après une longue série de générations uniparentales ne serait pas un fait en désaccord avec les données actuelles des génétistes sur les lignées pures, mais qu'elle concorderait au contraire parfaitement avec les résultats qui ont été obtenus par Jennings et ses collaborateurs dans ses recherches « du second degré » sur l'évolution et qui portaient sur divers types de Protozoaires (*Difflugia*, *Stylonychia*). Elles démontrent nettement le caractère relatif de la constance des génotypes.

IV. — Etude morphologique des différentes formes se succédant au cours du cycle

Dans ce chapitre, nous nous limiterons presque exclusivement à l'étude des caractères externes que présentent les différentes formes du Puceron lanigère aux stades successifs de leur développement postembryonnaire. Les données fournies par les auteurs antérieurs, principalement par Baker (1915) et par Mordvilko (1924), s'y trouveront autant que possible complétées ou précisées. Pour la morphologie interne nous rappellerons seulement que l'étude monographique en a été faite par Baker (1915) et surtout par Davidson (1913, 1914). Les planches des deux mémoires de Davidson donnent une excellente idée de l'anatomie de cet Insecte pris comme type d'Aphidien à l'état adulte. Les pièces buccales et le mécanisme de la succion y sont aussi fort bien décrits. D'autre part, en représentant l'ensemble d'une larve au 1er stade (fig. 11), j'ai essayé dans le présent travail de donner une idée de l'organisation au début du développement postembryonnaire, en indiquant notamment la disposition des mycétocytes (organe à symbiotes), des ovariules et de grosses cellules à granulations rouge brun qui correspondent probablement à celles que Davidson (1913, page 692) a indiquées dans sa figure 45 par les lettres *y. c.* On retrouve ces curieuses cellules jusqu'au terme de l'existence de l'Insecte (voir figure 26). Leur teinte foncée et leur

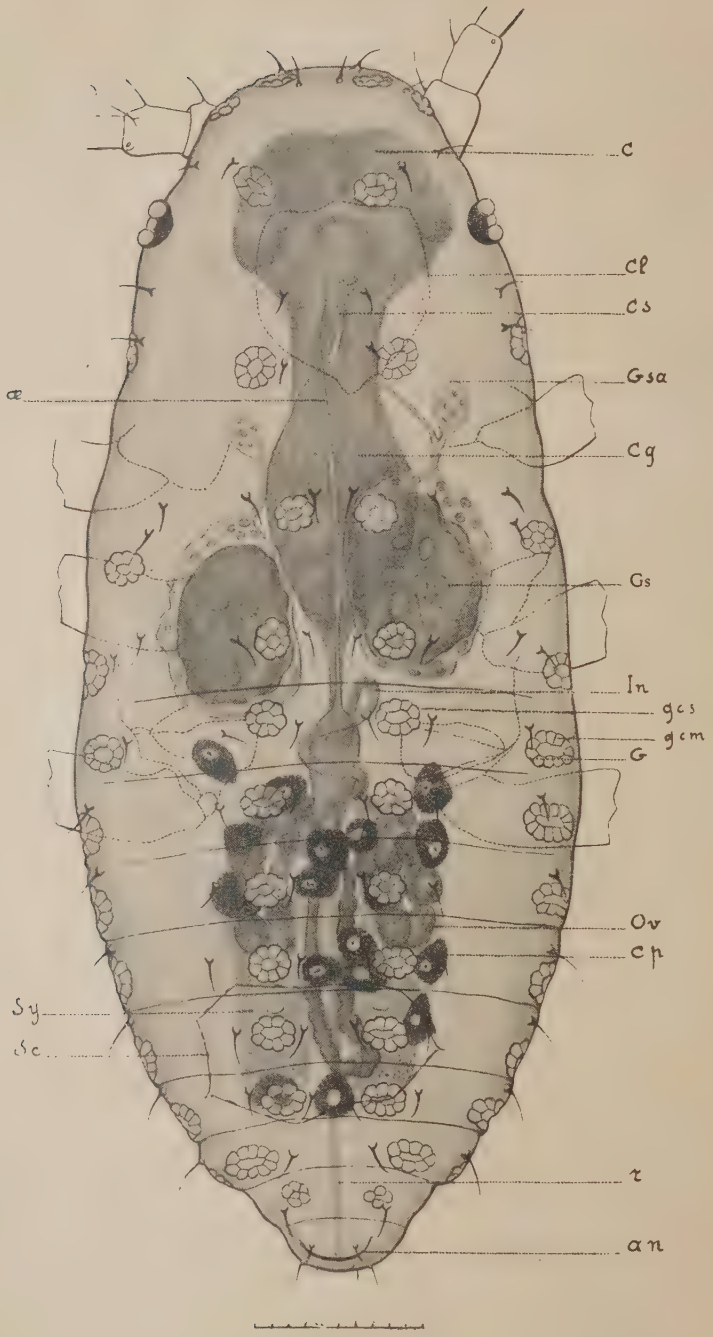


Fig. 11. — Larve au 1er stade (néonate) de Puceron lanigère. Gr. = 250. Vue dorsale, *an*, anus ; *c*, cerveau ; *cg*, chaîne ganglionnaire ventrale ; *cl*, clypeus (vu par transparence) ; *cp*, cellules à pigment ; *Cs*, canal salivaire ; *G*, sac gastrique ; *Gs*, glande salivaire ; *Gsa*, glande salivaire accessoire ; *gcm*, glandes cirières marginales ; *gcs*, glandes cirières spinales ; *In*, intestin ; *œ*, œsophage ; *ov*, ovariule ; *r*, rectum ; *Sc*, contour du sac cirier ; *sy*, organe à symbiotes (mycétocytes).

opacité, la grande réfringence de leurs granulations empêchent de les confondre avec les mycétocytes ordinaires du voisinage. Il serait intéressant d'en étudier la genèse et de rechercher leur signification. L'attention doit également être appelée sur le sac cirier dont le rôle et la structure sont encore assez énigmatiques. Il est à noter qu'au 1er stade, malgré l'absence des cornicules et de toute évacuation pour la sécrétion, le sac cirier existe déjà et paraît souvent représenté par une double ébauche; on voit par transparence la sécrétion jaune d'aspect huileux divisée en deux masses voisines. Si, sous une couche d'eau, on fait une ouverture avec une aiguille directement au niveau du sac, la masse huileuse s'échappe, monte à la surface et cristallise instantanément au contact de l'air en disques radiés. Souvent aussi, surtout après la mort, la sécrétion se solidifie dans le sac qui contient alors un amas à structure sphéro-radiée. Cette substance cireuse insoluble dans l'eau et l'alcool se dissout par contre dans le xylol et recristallise ensuite par évaporation en aiguilles radiées ou en arborisations. Le sac ne paraît limité par aucun épithélium glandulaire. L'absence des cornicules ou nectaires et du sac cirier chez la fondatrice à tous les stades est très remarquable et est sans doute en rapport avec une fonction compensatrice exercée par l'appareil cirier des glandes tégumentaires. Sans insister davantage sur l'organisation interne, nous abordons maintenant l'étude morphologique externe des différentes formes du Puceron lanigère.

Fondatrice

1er stade (néonate) (1) [figures 12, 13, 14, 15]. — De teinte vert bouteille très sombre, presque noire, la région thoracique étant un peu plus claire; pattes et antennes jaune verdâtre; pattes, rostre, sclérites du céphalothorax fortement chitinisés et pigmentés, prenant vivement la teinture sur les préparations traitées à la potasse et colorées au rouge de Magenta.

Structures cuticulaires des segments. Pas de glandes cirières à facettes cuticulaires apparentes. Pas de cornicules. Pas de plaques stigmatiques apparentes à l'abdomen (2). Soies dorsales (spinales, pleurales, marginales) présentant de chaque côté du corps et en partant de la ligne médiane la disposition suivante : Tête : 3 *spinales*, 0 *pleurale*, 2 *marginales; — pronotum :* 2 *sp.*, 0 *pl.*, 2 *marg.; — mesonotum :* 1 *sp.*, 1 *pl.*, 2 *marg.; — metanotum :* 1 *sp.*, 1 *pl.*, 2 *marg.* — 1er au 6e segments abdominaux : 1 *sp.*, 0 *pl.*, 1 *marg.* — 7e segment abdominal: 1 *sp.*, 0 *pl.*, 0 *marg.*; — 8e et 9e segments abdominaux :

(1) Nous avons antérieurement donné une description du néonate de la fondatrice dans une note préliminaire (*Rev. de Pathologie végétale et d'Ent. Agric.*, XI, p. 47, 1924). Le premier stade est décrit d'après les fondatrices écloses de matériel français et d'après des mues de matériel américain. Tous les autres stades sont décrits d'après le matériel américain transmis grâce à l'obligeance de MM. L.O. Howard et P. Masson.

(2) Il est possible que les stigmates restent fermés au 1er stade.

1 *sp.*, 0 *pl.*, 1 *marg.* — Il peut y avoir quelques légères différences dans cette disposition; c'est ainsi que chez certains individus, le 7e et le 8e segments abdominaux peuvent présenter une soie pleurale. Le système cuticulaire pré-

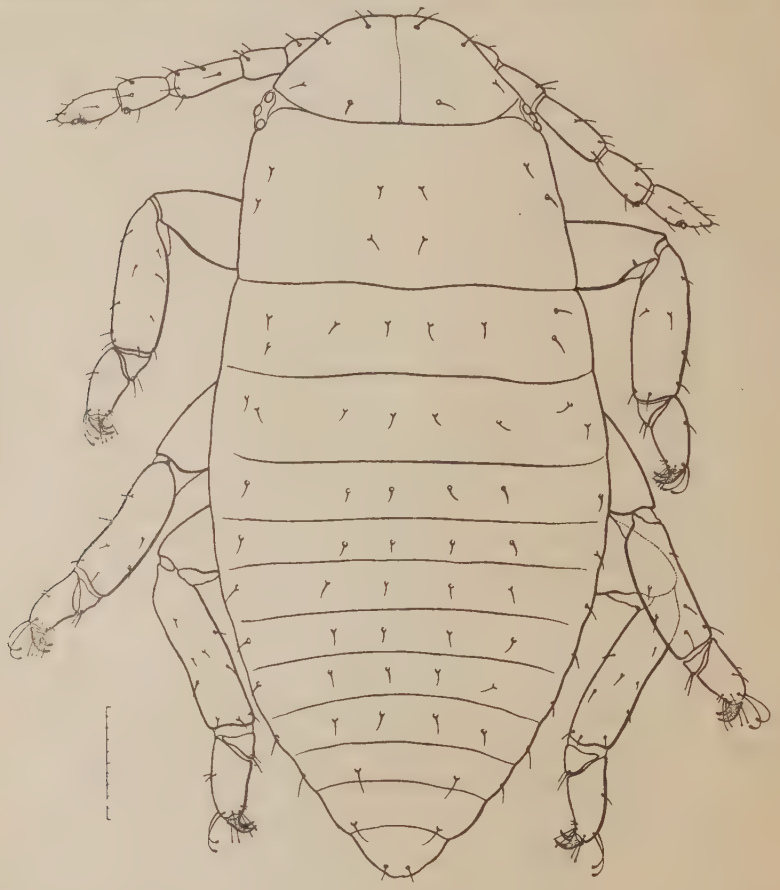


Fig. 12. — Fondatrice du Puceron lanigère au 1er stade, vue dorsale. [Gr. = 155.]

sente du côté dorsal un réseau bien apparent, surtout chez les individus traités à la potasse et observés dans l'eau ou le lactophénol: mailles polygonales de ce réseau très développées, surtout autour de la base des soies. Deux derniers segments dépourvus de ce réseau, mais présentant des lignes très finement spinuleuses (fig. 13).

Antennes (fig. 14): de 5 articles, le 3e étant le plus long. Les longueurs proportionnelles des articles peuvent être sensiblement exprimées par les chiffres suivants: 13 - 13 - 19 - 16 - 18. Les 5 soies du processus terminal fortes et filiformes. Les autres soies longues, capillaires dans leur moitié ter-

minale qui passe inaperçue dans les milieux réfringents. Les deux sensoriums principaux à saillie centrale brièvement transversale entourée d'une couronne de cils courts, surtout ceux de la moitié distale; sensoriums accessoires assez peu distincts des rangées de spinules.

Pattes (fig. 15): présentant chacune, à son extrémité, en arrière des

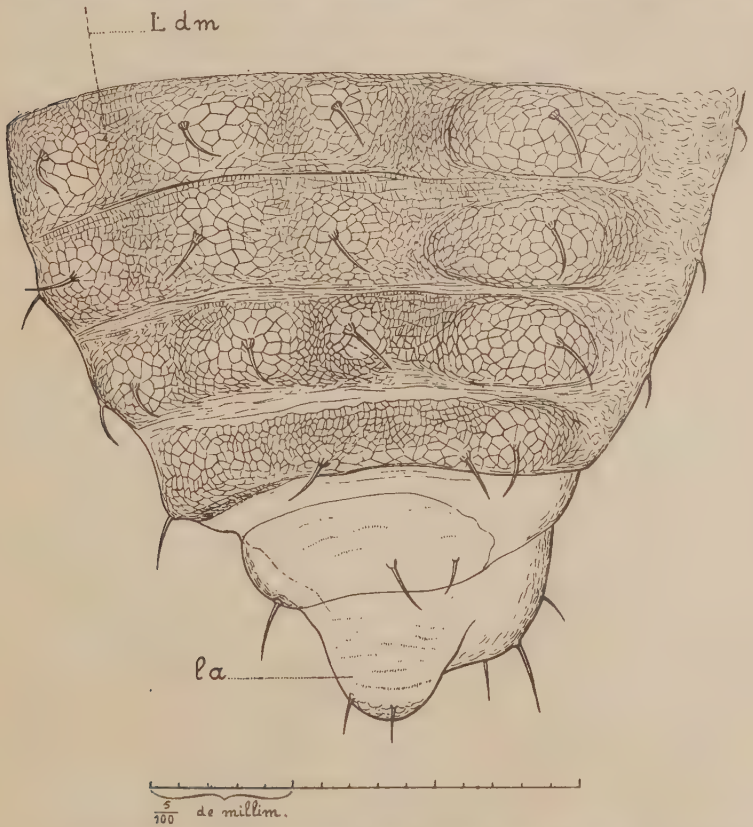


Fig. 13. — Derniers segments abdominaux d'une fondatrice au 1er stade. Vue dorso-latérale, l'Insecte orienté de façon à montrer le côté droit. Préparation au lactophénol montrant le réseau cuticulaire. — *la* lobe anal; *Ldm*, indication de la ligne dorsale médiane.

crochets, 6 poils (soies digitulaires) nettement cespités, dont deux dorsaux de beaucoup les plus développés égaux entre eux et portant les boutons terminaux les plus forts, deux latéraux (un de chaque côté) et deux ventraux.

Rostre: fort et long dépassant beaucoup en arrière la base de la 3e paire de pattes.

Cornicules: absentes comme aux stades suivants.

2e stade. — Long. 1 m/m 10 à 1 m/m 25.

Pas de *glandes cirières* apparentes. — Pas de *cornicules*. — *Plaques stigmatiques:* bien apparentes et fortement chitinisées, formant une série de petites taches foncées à bords arrondis de chaque côté de l'abdomen, très visibles sur les préparations de la mue correspondant au 2e stade; ce caractère permet de distinguer facilement la mue du 2e stade de celle du 1er stade. Sur toute la partie dorsale, mais principalement sur le thorax et la tête, se voit une sorte de réseau à mailles polygonales correspondant à un revêtement de cellules épithéliales, sans doute en partie sécrétantes.

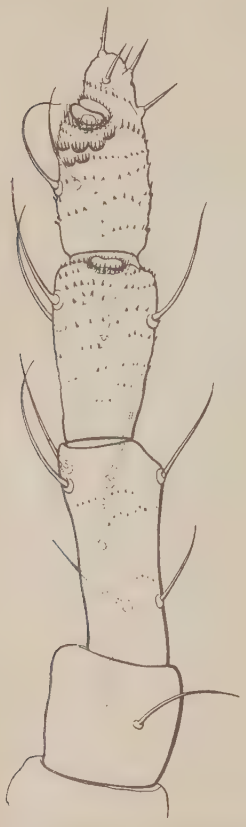


Fig. 14. — Antenne de la fondatrice au premier stade (d'après une mue de fondatrice americaine). [Gr. = 460.]

Antennes: de 5 articles, plus épais en proportion qu'au 1er stade; soies relativement moins longues, ce caractère étant en particulier très net pour les 5 soies spiniformes du processus terminal.

Pattes: portant des soies digitulaires disposées comme pour le premier stade.

3e stade. — Ne diffère guère du 2e que par sa taille supérieure: même réseau cuticulaire, mêmes épaississements chitineux au niveau des stigmates abdominaux, antennes de structure assez semblable.

4e stade. — Diffère du 3e par sa taille plus grande et des appendices moins fortement chitinisés par rapport au reste des téguments; la chitinisation de ces appendices est pourtant plus prononcée que chez les aptères descendant de la fondatrice (*fundatrigeniae apterae*).

Antennes : pouvant présenter, comme chez la fondatrice adulte, un début de dédoublement du 3e article. Longueur proportionnelle des articles: 13, 15, 27, 18, 21.

Fondatrice adulte. — Long. 3 millim. Brièvement ovalaire, très bombée, de teinte foncée; lorsqu'elle est en pleine reproduction, corps devenant presque sphérique. Pas de *cornicules* (contrairement aux descriptions antérieures des auteurs). *Massifs glandulaires* peu apparents sur les pré-

parations, pourtant très étendus, mais conformés d'une façon très différente de ceux que l'on rencontre chez les autres parthénogynes aptères. Ils sont formés de nombreuses aréoles isolées les unes des autres, polygonales à angles arrondis, à contours extrêmement fins se détachant en rose pâle sur un fond clair dans les préparations traitées à la potasse et au rouge de Magenta. L'en-

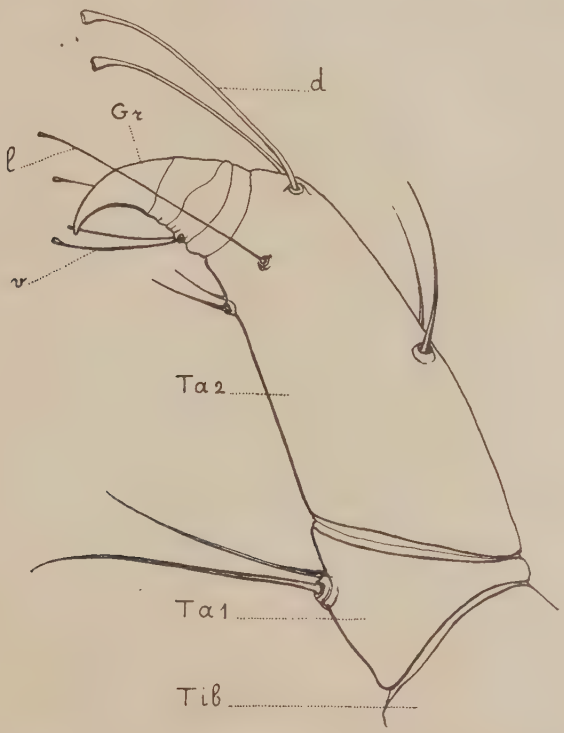


Fig. 15. — Extrémité d'une patte de la fondatrice au 1er stade. [Gr. = 940.] *d*, soies digitulaires dorsales ; *l*, soies digitulaires latérales ; *v*, soies digitulaires ventrales ; *Gr*, griffes (une seule sur deux étant représentée) ; *Ta* 1, 1er article du tarse ; *Ta* 2, 2e article du tarse ; *Tib*, tibia.

semble forme de larges massifs occupant une grande partie de chaque segment; ils sont en particulier très développés sur la tête et sur les derniers segments abdominaux.

Antennes : relativement courtes, de 5 articles, le 3e de beaucoup le plus long pouvant présenter un commencement de séparation d'un court article à ses dépens dans sa partie dorsale. D'après Ed. Patch, certaines fondatrices pourraient présenter d'ailleurs 6 articles aux antennes. Celles que nous avons observées et qui venaient de Virginie n'avaient que 5 articles. Longueurs proportionnelles des articles 17, 18, 54, 22, 23.

Pattes : relativement courtes; comparées à celles des aptères gallicoles formant la descendance des fondatrices, elles sont, en dépit de la taille notablement plus forte de la fondatrice, d'une longueur qui, d'une façon absolue, est très inférieure. Longueur proportionnelle des 5 segments de la patte postérieure: Hanche, 30 — Trochanter, 25 — Fémur, 90 — Tibia, 115 — Tarse avec ongles, 40.

Rostre : ne dépassant pas, à sa pointe, la hanche de la 2e paire de pattes.

Aptère gallicole

(Fundatrigenia aptera)

1er stade (néonate). — Glandes cirières en couronnes très apparentes et disposées comme chez les parthénogynes sur Pommiers (émigrés aptères ou *virginogeniae*). — Soies dorsales des segments disposées également comme chez ces derniers. — Pas de cornicules. — Pas de stigmates abdominaux perceptibles. — Mue correspondant au 1er stade de transparence égale dans toute son étendue, au lieu de présenter des appendices fortement chitinisés et pigmentés comme c'est le cas pour la première mue de la fondatrice.

Antennes : sensiblement conformes à celles de la fondatrice, mais moins chitinisées. Longueur proportionnelle des articles : 12, 13, 19, 16, 18.

Pattes : Soies digitulaires dorsales inégales et présentant une disposition asymétrique semblable à celle que l'on rencontre habituellement sur les néonates des parthénogynes du Pommier.

Rostre : Atteignant au moins le niveau des hanches de la 3e paire de pattes et le dépassant même notablement sur les mues, paraissant en général moins long que chez le néonate de la fondatrice.

Remarque : Un peu avant la mue du premier stade on peut voir par transparence certains détails de structure du 2e stade tels que la présence des cornicules.

2e stade. — Il diffère du premier stade par la présence de larges *cornicules* abdominales et 6 articles aux *antennes* au lieu de 5. Longueurs proportionnelles des articles de l'antenne : 12, — 14, — 8,50, — 16, — 17,50.

Plaques stigmatiques assez faiblement chitinisées et peu apparentes même sur les mues; bien distinctes pourtant sur les préparations à la potasse, colorées au rouge de Magenta.

La présence de groupes glandulaires en couronnes, la chitinisation et la pigmentation beaucoup plus faibles des appendices et des stigmates, la présence des cornicules, l'existence de 6 articles aux antennes au lieu de 5, permettent d'autre part facilement de distinguer ce 2e stade de la parthénogine gallicole du 2e stade de la fondatrice.

3e stade. — Il ne m'a guère paru différer du 2e que par sa taille, les plaques stigmatiques devenant aussi plus apparentes.

4e stade. — Diffère du précédent par sa taille plus forte et par l'élongation du 3e article de l'antenne. Longueurs proportionnelles des articles de l'antenne : 18, 19, 46, 19, 26, 27.

Gallicole aptère adulte. — *Glandes cirières* très apparentes, nettement en couronne, distribuées normalement sur les divers segments du corps: sur les préparations bien colorées, on voit de plus, circonscrivant les glandes en couronne, principalement en dessus et en dehors, des aires d'aspect glanduleux correspondant à celles que l'on rencontre chez la fondatrice. Ces aires sont formées d'aréoles isolées les unes des autres, circulaires ou polygonales, à angles arrondis, se teintant en rose pâle et à contours très fins; elles correspondent à des régions où les cellules épithéliales sont plus développées qu'ailleurs et paraissent évoluer vers la spécialiation glandulaire; le passage à l'épithélium ordinaire se fait sans ligne de démarcation bien arrêtée.

Cornicules larges et circulaires. — *Stigmates* pourvus de plaques chitineuses assez fortes et se colorant fortement.

Antenne différant de celle des stades précédents par la longueur du 3e article; long. proport. : 18, 20, 75, 24, 29, 29.

Pattes beaucoup plus longues que chez la fondatrice. Long. proport. pour les pattes postérieures : *Hanche* 38, Trochanter 27, Fémur 128, Tibia 190, Tarse (ongle compris) 55.

Rostre dépassant la hanche de la 2e paire de pattes et pouvant arriver jusque dans le voisinage de la hanche de la 3e paire.

Ailé gallicole

(= Migrans alata = Fundatrigenia alata = Emigrant = Spring-migrant)

1er stade. — Paraît indiscernable du 1er stade de la parthénogyne aptère, sur Pommier ou du Gallicole aptère, les deux formes ne se séparant qu'au 3e stade.

2e stade. — Paraît indiscernable du 2e stade de la parthénogyne aptère sur Pommier, ou du Gallicole aptère.

3e stade (*Pronympha*). — Non spécialement étudié.

4e stade (*Nympha*). — *Glandes cirières:* très apparentes, nettement en couronnes, les marginales des 4e, 5e et 6e segments abdominaux très grandes; les marginales du 7e segment très petites ou absentes· le 7e segment est en grande partie occupé par une aire formée d'aréoles, faiblement teintées

par le colorant sur les préparations et isolées les unes des autres; cette aire paraît représenter une seconde structure glandulaire associée à celle des glandes cirières en couronne; elle s'étend en dedans du côté de la ligne

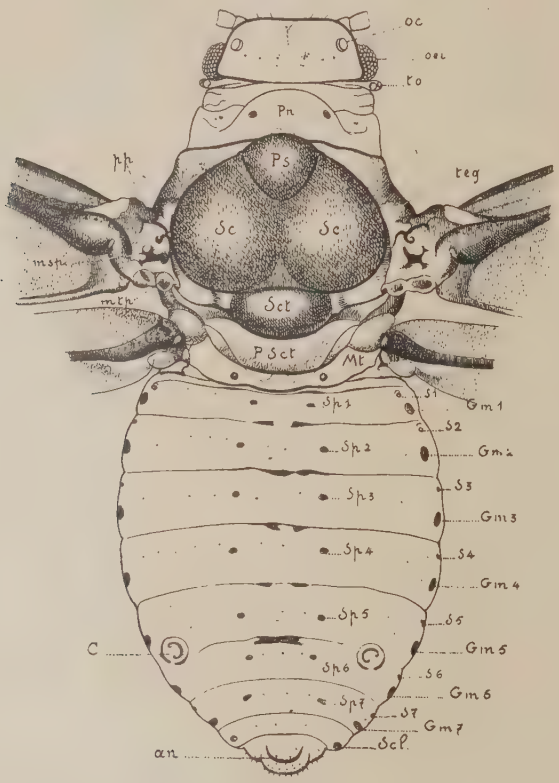


Fig. 16. — Ailé sexupare, vue dorsale (examen dans l'eau, après potasse, sans compression, éclairage supérieur). [Gr. = 40.]. — *an*, fente anale; *C*, cornicule; Gm^1-Gm^7, glandes cirières marginales du 1er au 7e segment abdominal; *msp*, mésoptère; *mtp*, métaptère; *oc*, ocelles latéraux; *oei*, œil à facettes; *Pn*, pronotum; *Ps*, praescutum (mésothorax), *Pscl*, postscutellum (mésothorax); S^1-S^7, stigmates abdominaux (visibles seulement à droite sur la préparation); *Sc*, scutum (mésothorax); *Scl*, sclérite occupant sur le 8e segment la même place qu'un stigmate; Sp^1-Sp^7, glandes cirières spinales du 1er au 7e segment abdominal; *teg*, tegula; *to*, tubercule oculaire.

médiane et se prolonge en dehors jusqu'au niveau de la petite glande cirière marginale à facettes, lorsqu'elle est présente. Les glandes cirières, notamment les postérieures, présentent souvent une ou plusieurs facettes circonscrites par la couronne des facettes périphériques.

Cornicules de grande taille.

Antennes: 6 articles; long. proport. des articles: 16, 19, 69, 24, 30, 28, ou bien, d'après un autre spécimen: 17, 21, 67, 20, 29, 27.

Pattes: patte postérieure, longueur proportionnelle des parties: Hanche 30 — Trochanter 20 — Fémur 102 — Tibia 131 — Tarse 72 [comprenant le 1er article (10), le 2e article (43), les griffes (18)].

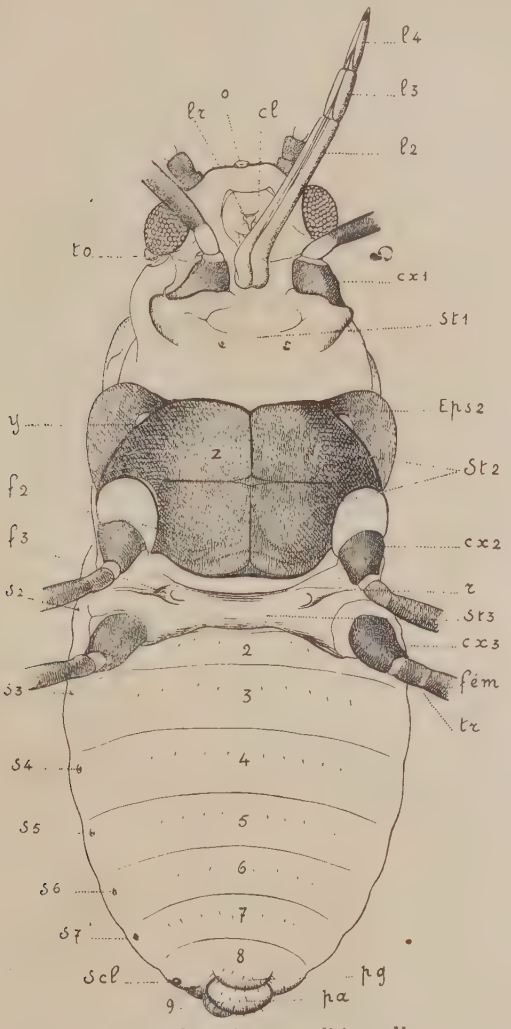


Fig. 17. — Ailé sexupare, vue ventrale (mêmes conditions d'examen que pour fig. 16). — 2 — 9, segments abdominaux (le 1er inapparent); *Cl*, clypeus; *cx* 1 — *cx* 3, hanches; *Eps* 2, épisternum (*y* = empreinte d'insertion musculaire se retrouvant sur la fig. 18); *f* 2, furca du mésothorax (pointillé); *f* 3, empreinte sternale de la furca du métathorax; *fem*, fémur; *lr*, lâbre; *l* 2, *l* 3, *l* 4, article 2 à 4 du rostre (labium); *o*, ocelle médian; *pa*, plaque anale; *pg*, plaque génitale; *r*, nervure se continuant avec l'empreinte sternale de la furca du métathorax (voir fig. 18); *S* 2 — *S* 7, stigmates abdominaux (visibles seulement à gauche, côté droit de l'Insecte); *Scl*, sclérite occupant la place d'un stigmate sur le 8e segment abdominal; *St* 2, sternum mésothoracique; *to*, tubercule oculaire; *tr*, trochanter; *z*, dépression séparant les parties antérieure et postérieure (sternellum) du sternum mésoth. (Une ligne pointillée, peu distincte, rejoint la lettre *z* à la dépression.)

Rostre: pointe atteignant la hanche de la 3e paire de pattes.

Ailé gallicole adulte. — *Glandes cirières* très peu apparentes, à facettes imprécises; quelques groupes minuscules à petits éléments se voient pourtant assez facilement sur la tête et le prothorax. — Grandes *cornicules* circulaires à fente en forme de C. — *Système pileux* aussi peu développé que chez les ailés indigènes du Pommier.

Antenne de 6 articles; longueur proportionnelle des articles: 14, 16, 10$\frac{3}{4}$,

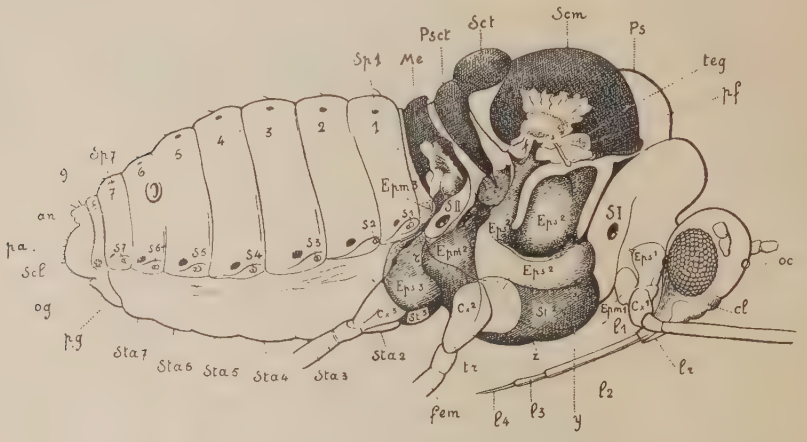


Fig. 18. — Ailé sexupare, vue latérale. [Gr. = 40.] — *Epm* 1 — *Epm* 3, épimères; *Eps* 1 — *Eps* 3, episternums (*Eps* 2 étant divisé en 3); *f* fulcre (soutenant la racine de l'aile mésothoracique avec le préfulcre *pf*, plus en avant); *Me*, métathorax; *og*, orifice génital; *S* I — *S* II, stigmates thoraciques [entre les deux, plus près de S *II*, une dépression simulant un stigmate et correspondant à l'apophyse odontoïde indiquée en fin pointillé (voir aussi fig. 21, *ao*)] *s* 1 *s* 7, stigmates abdominaux; *St* 1 — *St* 3, prospernum, mesosternum et metaternum, le 2e étant divisé par la dépression *z* en deux parties (la postérieure = le sternellum); *sta* 2 — *sta* 7, sternites abdominaux. Autres lettres comme dans les figures précédentes. Ailes sectionnées au-dessus de leurs racines.

26, 30, 24. Processus terminal du 6e article mesurant environ 1/4 de la partie basilaire de ce dernier. Rhinaria disposés et distribués d'une façon assez variable, mais qui, en moyenne, ne paraît pas différer de ce que l'on rencontre chez les autres formes ailées du Puceron lanigère: les rhinaria sont répartis du 3e au 6e article; sur le 3e, 17 à 22 rhinaria secondaires, linéaires, transversaux, ayant la forme d'arceaux ventraux largement ouverts du côté dorsal sur lequel leurs extrémités débordent plus ou moins; sur le 4e, 4 à 6 rhinaria semblables aux précédents; sur le 5e, 4 à 6 (rarement 3 ou 7) rhinaria, dont les premiers sont de même nature que les précédents et dont le distal, de nature intermédiaire entre les rhinaria secondaires et les rhinaria primaires, présente une aire élargie sur la face ventrale; sur le 6e, en général un seul rhinarium, occupant une position distale aussitôt avant le processus terminal, de structure intermédiaire entre les rhinaria secondaires

et les primaires, de grande taille présentant une aire élargie d'où rayonnent habituellement des branches (souvent 3) contournant plus ou moins le 6e article et disposées en étoile d'une façon irrégulière et variable. Le processus terminal porte les 5 soies spinuleuses habituelles. Quelques rares et courtes soies sur la région dorsale des articles 3, 4 et 5

Rostre à pointe atteignant la hanche de la 3e paire de pattes.

Patte postérieure : Long. prop. des segments : Hanche 36, Trochanter (bord inférieur le plus long) 33, Fémur 154, Tibia 255, Tarse : 1er article 8, 2e article 54 sans les ongles, ongles 11. On distingue facilement à l'intérieur du corps sur les préparations montées à la résine-mastic, une vingtaine d'embryons asexués déjà à l'état de larves du premier stade; les yeux apparaissent comme autant de taches rouges; les appendices et les longues soies enroulées du rostre bien distinctes.

Ailé sexupare

(Sexupara, Fall-Migrant)

Stades divers précédant l'imago. — Paraissant très analogues à ceux de l'Ailé gallicole.

Ailé sexupare adulte (fig. 33). — *Glandes cirières* peu apparentes, néanmoins bien mises en évidence après traitement par la potasse et coloration au rouge de Magenta (fig. 16, 19). C'est sur l'abdomen qu'on les distingue le mieux : elles présentent la répartition habituelle : de chaque côté du corps, 1 rang de spinales et 1 rang de marginales; mais elles offrent une conformation très différente de celle des aptères, les éléments n'étant pas disposés en couronne mais groupés en massifs irrégulièrement elliptiques ou arrondis; ces éléments ne sont pas en forme de facettes polygonales adjacentes, mais ont l'aspect de noyaux isolés les uns des autres et englobés dans l'ensemble uniformément coloré du massif glandulaire; leur nombre est variable mais peut s'élever à 12 ou 15 pour les glandes marginales les plus volumineuses. Ils sont inégalement colorés, restant souvent plus pâles que le fond sur lequel ils se détachent, mais limités par un fin contour prenant assez vivement la teinture : suivant les préparations, il y a du reste des variations très grandes pour la netteté avec laquelle apparaissent les massifs ou leurs éléments constituants, et il arrive que les glandes ne sont indiquées que par des petites plages rosées imprécises sur lesquelles on distingue à peine quelques linéaments interrompus correspondant aux éléments. Dans une même préparation les éléments nucléiformes peuvent être très inégalement teintés, certains présentant des granulations simulant des nucléoles. Les rapports de voisinage avec les orifices stigmatiques et les groupes de soies permettent de repérer avec certitude les glandes cirières. Je les ai trou-

vées aussi bien chez les sexupares d'origine américaine que chez les sexupares indigènes.

Grandes *cornicules* circulaires en forme de C (fig. 19). *Soies* distribuées sur les segments comme l'indique la figure 19.

Antenne (fig. 20) : Long. prop. des articles : 12 ,14, 104, 24, 29, 21. —

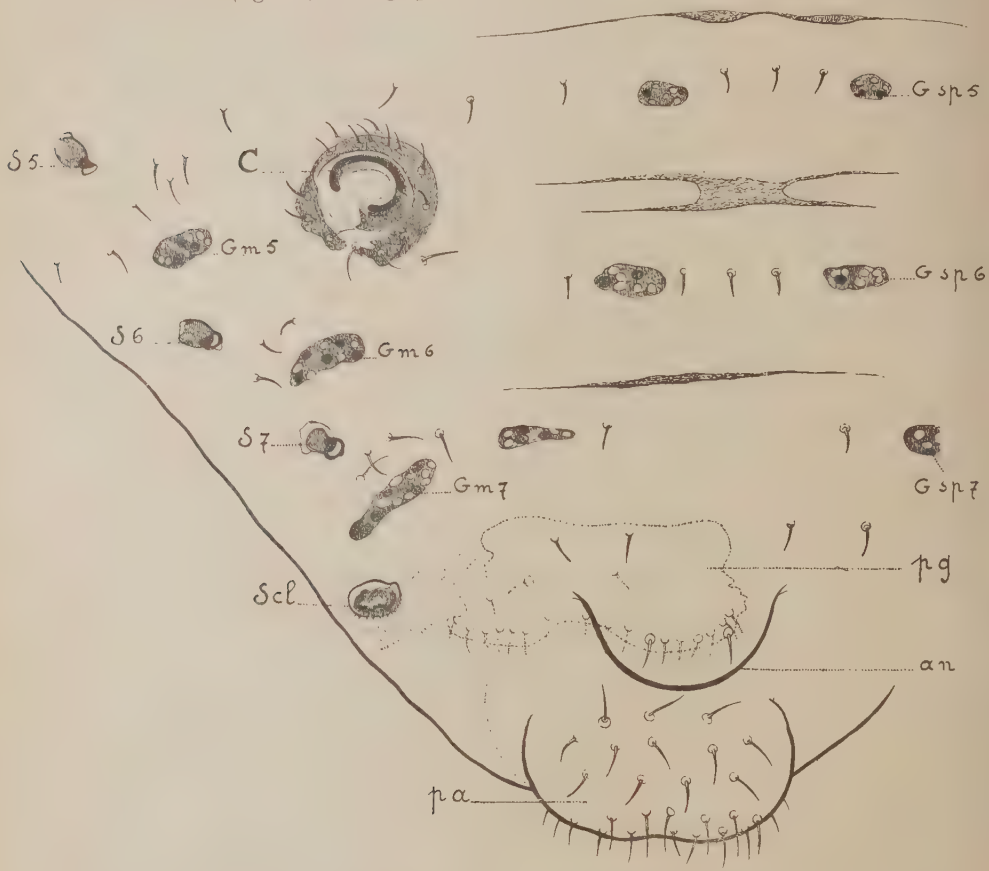


Fig. 19. — Ailé sexupare : Extrémité postérieure du corps, vue dorsale, très grossie : préparation au baume du Canada, après potasse et rouge de Magenta. — *an*, lobe anal (*cauda*) recouvrant fente anale ; *C*, cornicule, *Gm* ^{5} — *Gm* ^{7}, glandes cirières marginales des segm. abd. 5 à 7 ; *Gsp* ^{5} — *Gsp* ^{7}, glandes cirières spinales des mêmes segments ; *pa* plaque anale ; *pg*, plaque génitale vue par transparence et surmontant la fente vulvaire ; *S* ^{5} — *S* ^{7}, stigmates des segm. abd. 5 à 7 ; *Scl*, sclérite du 8^{e} segment abdominal.

Sur le 3^{e} article, 17 à 23 (exceptionnellement jusqu'à 26) rhinaria secondaires constitués comme chez les gallicoles. — Sur le 4^{e} article, 4 à 5 (rarement 6) rhinaria secondaires. — Sur le 5^{e} article, 5 à 6 (rarement 7), rhinaria dont le distal, intermédiaire entre les rhinaria secondaires et primaires, offre une

aire élargie sur la face ventrale. — Sur le 6e article, 2 (plus rarement 1 ou 3) rhinaria, dont le distal de structure intermédiaire entre les rhinaria secondaires et primaires, de grande taille, présente une aire élargie d'où rayonnent des branches disposées en étoile et se prolongeant plus ou moins et d'une façon variable.

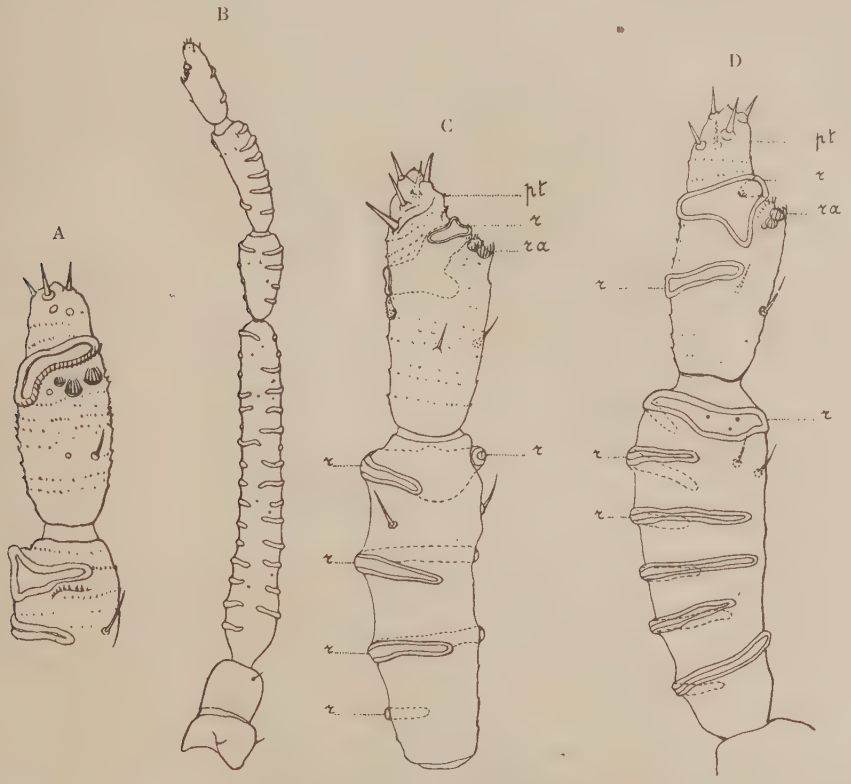


Fig. 20. — Différentes vues de l'antenne de l'ailé du Puceron lanigère sur divers individus. Préparation à l'eau distillée après potasse.

A, Antenne du côté gauche, vue latéro-ventrale : Dernier article et extrémité distale du 5e. [Gr. = 530.] — B, Antenne du côté gauche, face dorsale. [Gr. = 185.]. — C, Antenne du côté droit, face dorsale, 2 derniers articles. [Gr. = 530.]. — D, Antenne du côté gauche, face ventrale, 2 derniers articles. — *r*, rhinaria ; *ra*, rhinaria accessoires ou satellites ; *pt*, processus terminal.

Etant données les variations qui ont lieu d'un individu à l'autre pour la longueur des articles, et pour le nombre des rhinaria d'un même article, on peut dire qu'il n'existe pas de différence sérieuse entre l'antenne des sexupares et l'antenne des gallicoles. Toutefois, tandis qu'au 6e article, pour les sexupares, le nombre des rhinaria varie de un à trois (le nombre de deux étant le plus fréquent), l'unité m'a paru la règle pour les gallicoles.

Les autres parties extérieures du corps ne semblent pas présenter de différences appréciables.

Sur les préparations à la résine mastic, on voit facilement une dizaine de jeunes sexués à l'intérieur du corps, les œufs d'hiver étant déjà très avancés dans leur développement à l'intérieur des embryons du sexe femelle.

Emigrés ailés virginipares

(Exules alatæ virginiparæ)

Ils apparaissent en juin-juillet, sur Pommiers, au milieu des colonies d'aptères décrits ci-après. Ils ne paraissent pas différer morphologiquement

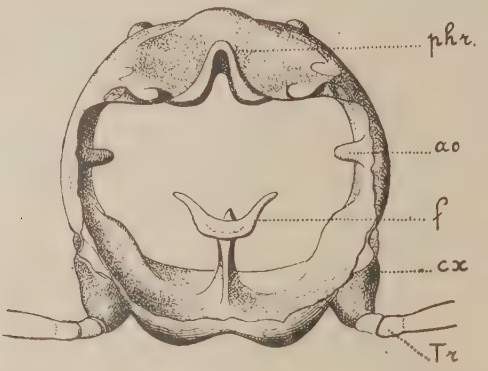


Fig. 21. — Section transversale du corps en arrière du mésothorax d'un ailé sexupare (mésothorax séparé et vu d'arrière). — *f*, furca du mésothorax, *ao*, apophyse odontoïde, dont l'empreinte extérieure figure un stigmate (voir fig. 18) ; *phr*, phragma postérieur [prolongeant en arrière le postscutellum en s'engageant sous le tergite du métathorax (voir fig. 16)] ; *cx*, hanche de la 2e paire ; *tr*, trochanter.

des ailés sexupares : la disposition des antennes et des massifs glandulaires (souvent très faiblement indiqués et très pâles) est notamment la même. On peut voir à l'intérieur du corps les larves asexuées.

Emigrés aptères

(= Exules apteræ = Virginogeniæ)

Générations aptères se succédant au cours de l'année sur le Pommier.

Cette forme a été l'une des mieux étudiées, en particulier par Mordvilko, qui en a donné (en russe) une description détaillée surtout au stade adulte, tant pour les générations estivales (*exul aestivalis aptera*) que pour la génération hivernante et achevant de se développer au printemps (*exul vernalis aptera* = pseudo-fondatrice). Antérieurement j'avais moi-même donné une description détaillée du premier stade qui avait fixé spécialement

mon attention, en raison de l'importance que présente la structure des néonates dans la définition des cycles des Aphidiens. (1)

Pour l'étude des stades successifs, j'ai trouvé des éléments d'information précieux dans l'examen des mues provenant d'un Insecte isolé dès le premier stade sur de jeunes Pommiers en pots. Les figures 26 et 25 représentent l'un de ces Insectes parvenu à l'état adulte et ses 4 mues.

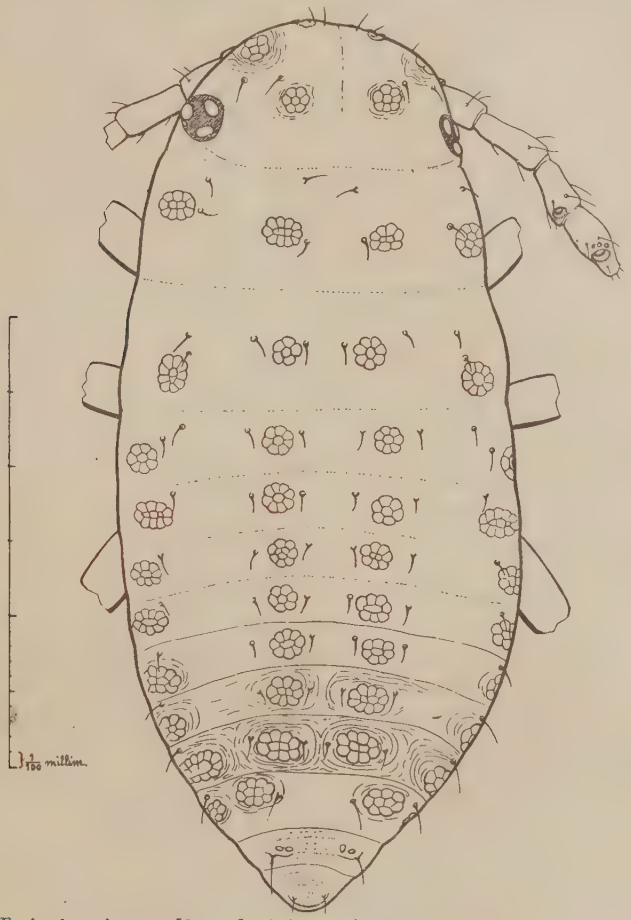


Fig. 22. — Emigré aptère au 1er stade (néonate longirostre issu d'un ailé virginipare sur Pommier, juin 1916). Vue dorsale. Disposition des soies (spinales, pleurales, marginales) et des glandes cirières (spinales et marginales). [Gr. = 215.]

Premier stade (néonate) (fig. 11, 22, 23 et 24) (1). — Il ne présente jamais de cornicules. Pas de plaques stigmatiques; il ne semble même pas que les stigmates soient ouverts. Les appendices et le rostre sont moins

(1) Voir : *Revue de Pathologie végétale et d'Entom. agric.*, XI, p. 48, 1924.

pigmentés et moins fortement chitinisés que pour le premier stade de la fondatrice, ce qui apparaît d'une façon très nette sur les mues.

Téguments: Plaques cirières en couronnes, à facettes nettement limitées et disposées de *chaque côté* sur la région dorsale de la façon suivante :

Tête : 2 plaques cirières.

Pronotum : 1 plaque cirière en dehors de la 2e soie spinale et 1 plaque cirière en dehors de la 2e soie marginale.

Mesonotum et metanotum : 1 plaque cirière entre la soie spinale et la soie pleurale et 1 plaque cirière au-dessous et en dehors de la 2e soie marginale.

1er, 2e, 3e, 4e, 5e, 6e segments abdominaux : 1 plaque cirière entre la soie spinale et la soie pleurale, et 1 plaque cirière au-dessous et en dehors de la soie marginale. — 7e *segment abdominal:* 1 plaque cirière en dehors de la soie spinale et 1 au-dessous de la soie marginale. — 8e *segment abdominal :* 1 plaque cirière très réduite au niveau de la soie spinale.

La couche cuticulaire ne présente pas de reticulum à mailles polygonales comme chez le néonate de la fondatrice, mais seulement de fines lignes ondulées disposées concentriquement autour des plaques cirières, en particulier sur les segments abdominaux; segments abdominaux 8 et 9 avec fines lignes transversales formées de minuscules spinules.

Antennes : Ne présentent pas de différences notables avec celles du néonate de la fondatrice.

Pattes (fig. 24) : les tarses des trois paires de pattes diffèrent presque toujours nettement de ceux du néonate de la fondatrice par les caractères suivants : les deux soies digitulaires dorsales sont inégales, l'une forte et longue, nettement cespitée, tandis que l'autre est courte et effilée à son extrémité; soies digitulaires ventrales bien développées et cespitées, soies digitulaires latérales fines, d'aspect capillaire, non cespitées. J'ai trouvé d'une façon qui m'a semblé constante les caractères précédents, et notamment celui très frappant de l'asymétrie des soies digitulaires dorsales chez les néonates issus d'aptères sur Pommiers récoltés en été. Les tout premiers néonates issus des hivernants, en avril, présentent par contre souvent des soies digitulaires dorsales longues, égales et cespitées comme celles du néonate de la fondatrice (1).

Le premier stade présente des caractères distincts, lorsque les néonates,

(1) Schneider-Orelli et Leuzinger (1926, page 75), qui, depuis ma note de 1924, sont revenus sur les caractères pouvant être tirés de la disposition des soies digitulaires ont trouvé en Suisse une variabilité plus grande que celle que j'ai moi-même rencontrée.

au lieu d'être nés d'aptères, sont issus des ailés virginipares qui, sporadiquement, apparaissent en été au milieu des colonies d'aptères sur les Pommiers; on peut distinguer, parmi les néonates asexués issus des ailés, deux types caractérisés par la longueur de leur rostre: ceux qui sont de beaucoup les plus nombreux et que l'on peut appeler longirostres ont un rostre atteignant ou dépassant l'extrémité postérieure de l'abdomen; ils se développent en individus parthénogénétiques normaux sur le Pommier; les autres, que

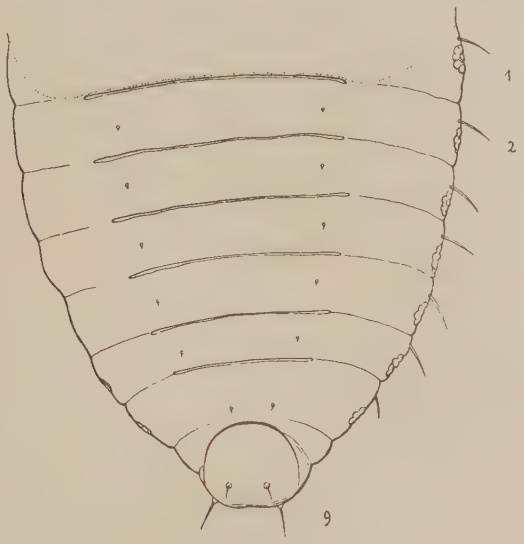


Fig. 23. — Face ventrale de l'abdomen d'un émigré aptère au 1er stade (même origine que celui de la fig. 22). Les glandes cirières marginales visibles à droite (côté gauche de l'Insecte). En pointillé, ligne théorique limite du thorax et de l'abdomen (le 1er segment abdominal manquant sur la face ventrale).

l'on peut appeler brévirostres, ont un rostre ne dépassant pas, le plus souvent la moitié du corps et parfois rudimentaire; ils n'apparaissent qu'en très petit nombre dans la descendance des ailés ayant une descendance mixte (c'est-à-dire formée de sexués et d'asexués) et constituent une forme anormale ne paraissant pas viable; ils représentent un terme de passage entre les sexués et les asexués. Les asexués brévirostres ont été signalés en Suisse par Schneider-Orelli, en 1916, dans une note dont je n'ai eu connaissance qu'en 1923, après les avoir moi-même observés aux environs de Paris pendant plusieurs années successives (1).

(1) Depuis ma note de 1923, dont les données sont ici reproduites, Schneider Orelli et Leuzinger (1926, p. 79) ont fait une étude détaillée de ces formes intermédiaires brévirostres.

Les néonates longirostres, issus des ailés, ont des caractères très semblables à ceux des néonates issus d'aptères. Pourtant, les pattes antérieures présentent, d'une façon qui nous a paru constante, le caractère de l'asymétrie des soies digitulaires dorsales, l'une étant longue, forte et cespitée, l'autre étant réduite, effilée et non cespitée. Les pattes intermédiaires, tantôt

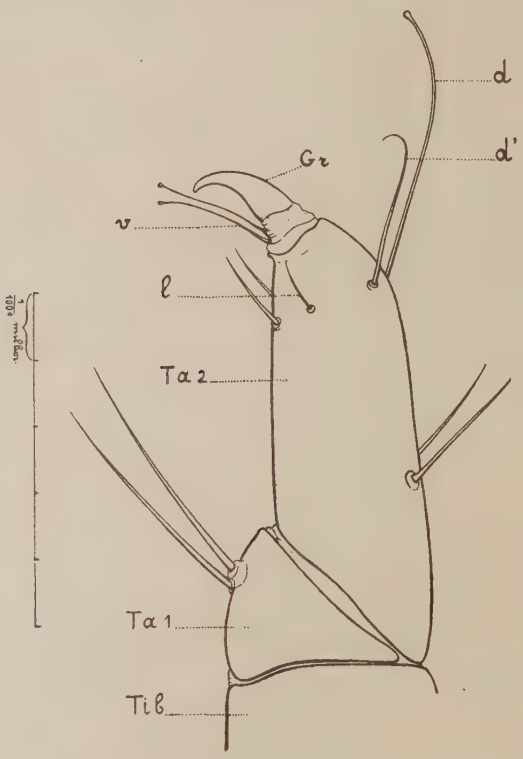


Fig. 24. — Extrémité de la patte d'un émigré aptère au 1er stade (néonate longirostre issu d'un ailé virginipare, juin 1916). [Gr. = 940.] *d* et *d'*, soies digitulaires dorsales ; *l*, soies digitulaires latérales ; *v*, soies digitulaires ventrales ; *Gr*, griffes (une seule représentée) ; *Ta* 1, *Ta* 2, articles 1 et 2 du tarse ; *Tib*, tibia.

sont, sous ce rapport, semblables aux antérieures, tantôt portent deux soies digitulaires dorsales égales et cespitées, enfin, les pattes postérieures présentent, le plus souvent, deux soies digitulaires égales et cespitées.

On voit que, sauf pour les premiers néonates issus des hivernants, qu'il s'agisse d'asexués issus d'aptères ou issus d'ailés, les néonates se distin-

guent de ceux de la fondatrice au moins par l'asymétrie des soies digitulaires de la première paire de pattes (1).

Fig. 25. — Les 4 mues correspondant aux 4 premiers stades de l'Emigré aptère représenté à la figure 26. — [Naissance de cet aptère entre le 16 et le 18 mai 1924 ; 1re mue vers le 20 mai ; 2e mue le 22 ou le 23 mai ; 3e mue entre le 26 et le 28 mai ; 4e mue, le 1er juin.] A remarquer l'absence de cornicules pour la 1re mue. Même échelle pour les 4 mues. [Gr. = 77.]

(1) Les récentes observations de Schneider-Orelli et Leuzinger (1926) montrent que, dans certains cas, cette asymétrie ne se présente pas pour la première paire de pattes, aussi bien chez les néonates issus d'ailés que chez les néonates issus d'aptères. On ne pourrait, d'après

Deuxième stade. — Si l'on représente par 100 la longueur du premier stade, celle du second sera de 113 à 115. — *Glandes cirières* bien développées, composées de facettes disposées en couronnes (elles continueront à se développer en conservant les mêmes rapports aux stades suivants). — *Antennes* de 5 articles conformées à peu près comme au premier stade, les articles ne grandissant pas ou fort peu pendant toute la durée du second stade. Les 5 soies spiniformes terminales, et les soies des divers articles, beaucoup moins longues qu'au premier stade. — *Cornicules* présentes et bien développées (contrairement aux descriptions des auteurs). — *Plaques stigmatiques* non-apparentes.

Troisième stade (description se rapportant aux générations estivales). — La longueur du premier stade étant supposée égale à 100, celle du troisième stade sera 175. — *Antennes* de 6 articles, un nouvel article, le plus court de tous, s'étant formé par séparation de l'extrémité distale du troisième article du stade précédent. Long. proport. des articles: 9, 12, 15, 8, 15, 18; l'augmentation de la longueur par rapport aux 2 stades précédents provient surtout de la séparation du quatrième article aux dépens du troisième. *Cornicules* de grande taille et *plaques stigmatiques* apparentes comme aux stades suivants.

Quatrième stade (description se rapportant aux générations estivales). — La longueur du premier stade étant égale à 100, celle du quatrième sera de 225. — *Antennes* de 6 articles. Ainsi que le fait remarquer Mordvilko, l'accroissement du troisième article étant beaucoup plus intense que celui des autres articles, ce troisième article fournit l'un des meilleurs moyens de reconnaître les troisième, quatrième et cinquième stades. Long. proport. des articles: 12, 13, 22, 9, 16, 18. — *Plaques stigmatiques* apparentes.

Cinquième stade ou Emigré aptère adulte (description se rapportant aux générations estivales). — La longueur du premier stade étant égale à 100, celle de la femelle adulte est de 325. — *Antenne:* long. proport. des articles: 14, 15, 36, 11, 19, 20. — Pointe du rostre atteignant la hanche de la troisième paire de pattes.

Nous ne décrivons ni les glandes cutanées, ni les cornicules (placés sur le sixième segment abdominal à la limite du cinquième), toutes les indications utiles se trouvant dans les travaux de divers auteurs et, en particulier, dans celui de Davidson (page 663). La figure 26 permet, d'ailleurs, de se rendre compte des principaux caractères.

eux, se baser sur la disposition des soies dorsales pour distinguer à coup sûr les néonates issus d'ailés de ceux issus d'aptères. Il est fort possible, en effet, qu'il y ait, à cet égard, des variations suivant les régions ou suivant les lignées que l'on considère.

Pour les générations ayant hiverné à l'état jeune et qui poursuivent leur évolution au printemps (*exules vernales apterae*), ainsi que nous l'avons antérieurement mentionné, le troisième, le quatrième et le cinquième stades

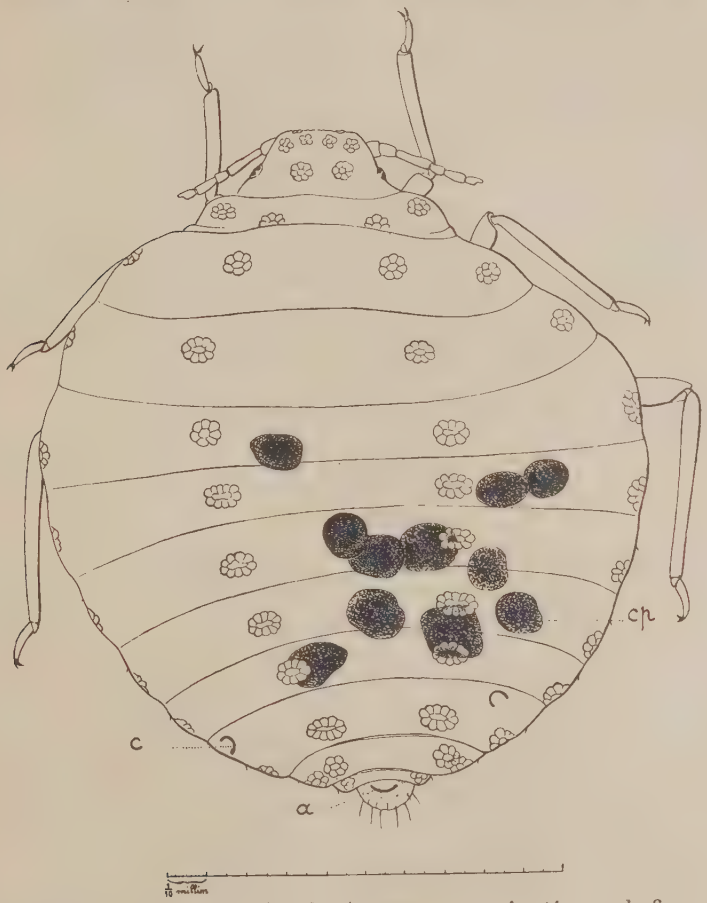


Fig. 26. — Emigré aptère adulte, dont les 4 mues sont représentées sur la figure 25. Plus petite échelle. [Gr. = 57].

Ce Puceron, né entre le 16 et le 18 mai 1924 a été engendré par un hivernant. Il a lui-même engendré 81 descendants, sa reproduction ayant commencé le 2 ou le 3 juin. Il a été fixé par le liquide de Brasil, à la fin de sa reproduction, le 29 juin. Il ne contenait plus d'embryons. Les éléments les plus apparents de l'organisation interne étaient les grosses cellules à pigment brun (*cp*) représentées sur la figure. Sur les téguments, on remarque les glandes cirières en couronnes et les cornicules (*c*).

diffèrent souvent du type estival par la présence de 5 articles aux antennes au lieu de 6. Certains individus à l'état adulte présentent 5 articles à l'une des antennes et 6 articles à l'autre. Ainsi que Mordvilko le fait remarquer, dans le cas d'antennes à 5 articles, le troisième dépasse considérablement la somme

des 2 derniers; mais lorsque, du troisième article s'est séparé le quatrième (cas de l'antenne à 6 articles), ce troisième article reste diminué et de longueur un peu inférieure ou égale à la somme des trois derniers, tandis que le quatrième article est un peu plus court que chacun des deux derniers. Les aptères ayant hiverné, lorsqu'ils offrent ce caractère remarquable des antennes raccourcies à 5 articles, présentent aussi souvent d'autres caractères les rapprochant de la fondatrice. En mars-avril, lorsqu'ils sont en pleine reproduction, ils sont généralement de grosse taille, globuleux, leurs appendices sont relativement courts.

Malgré tout l'intérêt que présentent ces modifications, produites sous l'influence de l'hivernation, les aptères du printemps ne peuvent être considérés comme représentant un type morphologique distinct des aptères des autres générations et ils diffèrent profondément des véritables fondatrices se développant sur *l'Ulmus americana* par la présence des cornicules et par celle des massifs glandulaires en couronnes, ceux-ci étant d'ailleurs aussi largement développés que dans les générations estivales.

Sexués *(Sexuales)* (1)

1° FEMELLE

On peut se rendre compte, d'après les mues abandonnées par un même individu, que les différents stades ne présentent pas de divergences de taille sensibles.

Premier stade. — Long. 0,8 — 0,9 millim. Œuf à l'intérieur 0,35 millimètres × 0,22 millim. Pas de cornicules, pas de glandes cirières apparentes, soies du corps plus courtes, en général, que chez le mâle et disposées en rangées horizontales correspondant aux différents segments, mais avec variations nombreuses, notamment sur la partie dorsale. Réseau tégumentaire légèrement apparent, principalement au niveau de la base des soies.

Antenne: de 5 articles; long. proport. des articles: 9, 11, 12, 11, 16, le dernier article étant donc nettement le plus long; quatrième et cinquième articles portant chacun un rhinarium primaire à saillie centrale, brièvement transversale ou presque hémisphérique et présentant la disposition habituelle; en-dessous du rhinarium du cinquième article, 4 petits rhinaria accessoires nettement caractérisés. — Processus terminal de l'antenne portant 5 soies spinuleuses notablement plus longues et plus fortes que celles des

(1) Les descriptions ont été faites pour les stades successifs, en partie d'après les mues abandonnées par des sexués isolés en cellules, en partie d'après les sexués eux-mêmes (montés à la résine mastic). Cette méthode est certainement la plus sûre pour la détermination des caractères correspondants aux différents stades.

stades suivants. Les autres soies de l'antenne sont aussi plus longues que celles des autres stades.

Pattes: faibles et courtes comparativement à celles des autres formes; long. proporp. des segments de la patte de la troisième paire: hanche 15, fémur 32, tibia 35, tarse 14 (un seul article distinct), griffes 5, soie digitu-

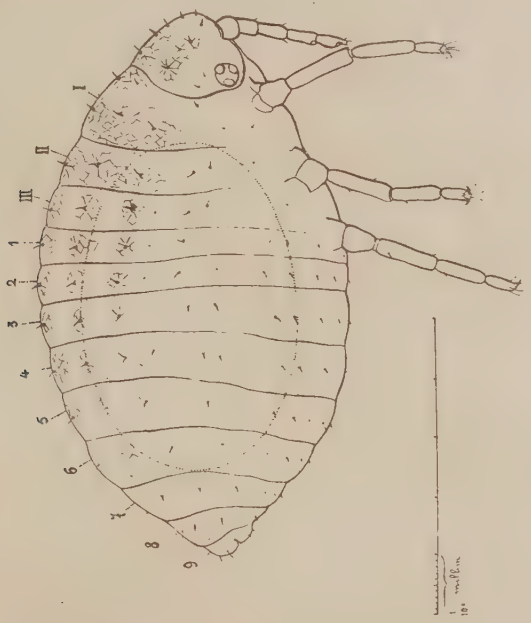


Fig. 27. — Femelle de la génération bisexuée, adulte. Prépar. au lactophénol. La ligne pointillée indique le contour de l'œuf d'hiver. [Gr. = 88.]

laire dorsale 11. — Les soies distribuées sur les divers segments de la patte sont fortes et longues comparativement à celles du deuxième stade. Les 2 soies ventrales du tarse (correspondant à celles du premier article, non distinctement séparé) sont particulièrement longues et leur extrémité libre atteint presque la base des griffes. — Les 2 soies digitulaires dorsales pour toutes les pattes sont longues, fortes, égales entre elles, nettement cespitées et leur longueur est de plus du double de celle des griffes. Les 2 soies digitulaires ventrales (empodiales) sont aussi très distinctement cespitées et dépassent un peu les griffes; les 2 soies digitulaires latérales sont légèrement cespitées et arrivent à peu près à l'extrémité des griffes.

Deuxième stade. — Pas de cornicules, pas de glandes cirières apparentes.

Antenne de 5 articles disposés à peu près de même que pour le premier stade. Long. prop. : 9, 11, 13, 11, 15. Les rhinaria petits sont sem-

blables à ceux du premier stade. Les 5 soies spinuleuses de l'extrémité de l'antenne et les autres soies sont notablement plus courtes et moins fortes qu'au premier stade. Soies digitulaires ayant une disposition semblable à celles du premier stade, mais moins longues et moins fortes. Les dorsales et les ventrales ne dépassent guère l'extrémité des griffes.

Troisième stade. — Très semblable au précédent. L'œuf a notablement grossi et remplit une bonne partie du corps.

Quatrième stade. — Structure très semblable à celle du deuxième et du troisième stades. Les articles des antennes ont sensiblement les mêmes proportions (9, 11, 13, 11, 15). Pattes conformées de même, le tarse pouvant présenter une légère indication de séparation en 2 articles. L'œuf remplit en très grande partie du corps, remontant jusque vers la tête.

Cinquième stade (femelle adulte) [fig. 27]. — Long. 0,8 — 0, 9 millimètres. — Ne diffère pas sensiblement du stade précédent; les antennes et les pattes sont conformées de même; l'œuf remplit à peu près complètement le corps, sauf la région céphalique; la délimitation des articles du tarse existe, bien que légère. — Coloration rouge brun. — La femelle adulte est représentée fig. 27.

MALE

Les mâles diffèrent, à première vue, des femelles par leur forme plus étroite, plus allongée, par leurs antennes et leurs pattes plus longues, par leur couleur vert foncé et par leur agilité.

Premier stade. — Il diffère surtout de l'adulte par la conformation de l'antenne, les 5 articles étant plus massifs, plus largement réunis entre eux, leur largeur plus grande par rapport à la longueur. Long. proport. des articles: 7, 9, 11, 7, 16. Les 5 soies spinuleuses terminales sont plus longues et plus fortes qu'aux stades suivants; les soies distribuées sur les articles sont aussi plus longues. Pas d'appareil copulateur distinct.

Deuxième et troisième stades. — Ne diffèrent guère du stade précédent que par les soies des antennes plus courtes.

Quatrième stade (mâle adulte) [fig. 28]. — Long. 0,6 — 0,7 millimètres. — De coloration vert foncé olivâtre, de forme étroite, la partie céphalique en avant des yeux très développée.

Antennes (fig. 29) de 5 articles, relativement longues comparativement à celles de la femelle, l'allongement portant surtout sur le troisième et le cinquième articles. Long. proport. des articles: 10, 11, 20, 14, 23. La longueur de l'antenne m'a paru plus grande qu'aux stades précédents; mais, en raison des variations individuelles, et des rétractions que peuvent présenter les

mues, je ne puis être affirmatif sur ce point. L'antenne est, en tout cas, plus grêle, les articles étant resserrés vers leur base; le troisième article est devenu plus long par rapport aux autres. Troisième et quatrième articles portant vers leur extrémité distale un verticille de longues soies. Rhinarium primaire à

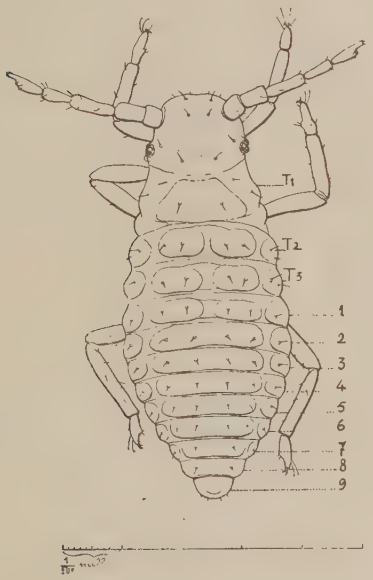


Fig. 28. — Mâle adulte [Gr. = 88]. A droite vue latérale de l'extrémité postérieure du corps. — T^1 — T^3, segments thoraciques; 1 — 9, segments abdominaux, le dernier portant la fente anale.

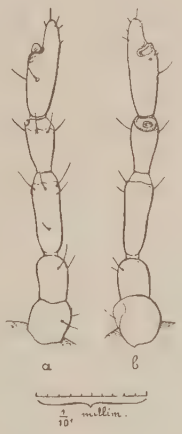


Fig. 29. — Antenne gauche du mâle adulte: *a*, côté dorsal; *b*, côté ventral. [Gr. = 160.]

l'extrémité du quatrième article, circulaire, cilié sur les bords. Rhinarium primaire du cinquième article de grande taille, transversalement et irrégulièrement elliptique, à saillie centrale transversale, frangé en dessous de cils courts; en dessous se trouvent, en outre, plusieurs lignes de courts spinules et 2 ou 3 très petits rhinaria accessoires circulaires.

Pattes longues et grêles par rapport à celles de la femelle. Long. proportionnelle des segments de la patte postérieure: Hanche 11; Fémur et Trochanter 36; Tibia 40; Tarse 14 (griffes non comprises); griffes 5. Légère indication de la division du tarse en 2 articles. Soies digitulaires aux 3 paires de pattes: 2 longues dorsales égales entre elles et cespitées, 2 latérales légèrement et progressivement renflées vers l'extrémité, 2 ventrales petites et sétiformes.

Rostre, atrophié.

Appareil génital externe, sur la face ventrale de l'avant-dernier segment abdominal, comprenant 2 paires de valves soutenues par un squelette

fortement chitinisé, l'une des paires beaucoup plus développée que l'autre étant formée de 2 éléments qui divergent en forme de V. De profil, l'appareil se montre comme l'indique la partie droite de la figure 28 (préparation à l'eau après traitement par la potasse).

V. — Etude biologique des différentes formes se succédant au cours du cycle

1. — Fondatrice et sa descendance (*fundatrigeniæ*) sur l'Orme américain

Voir page 5 pour l'étude biologique de cette première partie du cycle.

2. — Générations parthénogénétiques aptères sur Pommiers

A. — *Succession et développement.* — La succession et le développement des générations parthénogénétiques aptères sur les Pommiers a été bien suivie en France par Lignières (1895). Ainsi que le décrit cet auteur, dès qu'arrive le printemps, on aperçoit sur les tumeurs et dans les crevasses du tronc et des grosses branches les premiers signes de la réapparition des Pucerons. C'est à la fin de mars ou dans la première quinzaine d'avril qu'ils commencent à se signaler par la présence de petites taches laineuses d'un blanc pur correspondant à un Puceron ou à un groupe de 3 à 4 individus réunis qui ont résisté aux froids de l'hiver. Le nombre des générations annuelles serait de 12 à 14 d'après Lignières, de 7 à 10 d'après Börner. Elles peuvent se succéder à la fois sur le tronc, les branches et les rameaux, ainsi qu'au niveau du collet et sur des racines assez profondes en déterminant sur ces parties les lésions et les tumeurs bien connues et sur la nature desquelles nous reviendrons dans un autre chapitre (p. 72).

En 1917, j'ai compté les générations, soit en faisant sur des Pommiers neufs des repiquages successifs de jeunes individus issus de parents de la génération précédente, soit, peu de temps après le début de la reproduction d'une femelle isolée, en détruisant cette dernière et le petit groupe de Pucerons par elle engendrés à l'exception d'un seul. Ces observations ont été complétées en 1924. L'expérience débuta le 6 mai 1917 en prenant des néonates issus des hivernants et récoltés au dehors et se termina vers la fin de septembre. Pendant cette période j'obtins, par repiquage, 8 générations successives; en réalité on peut évaluer à 10 ou 11 le nombre des générations qui se sont succédées au cours de l'année en cette circonstance; car une 9^{e} et probablement une 10^{e} génération auraient eu tout le temps de se développer dans l'ultime période de l'année, si les individus de la 8^{e} génération n'avaient été récoltés et détruits; de plus, pour le 4^{e} repiquage les derniers individus de la 4^{e} génération furent utilisés, tandis que pour tous les autres repiquages

les premiers furent au contraire employés. Il est bien évident que, si pour ce 4e repiquage, nous avions pris, comme pour les autres, les premiers individus de la génération, nous aurions facilement gagné une avance d'un mois et nous aurions obtenu à la numération une génération supplémentaire.

Fig. 30. — Colonie de Pucerons lanigères sur rameau de Pommier après l'enlèvement de la sécrétion cireuse et d'aspect laineux qui la recouvrait. [Gr. = 2,5 environ ; le trait à droite = 1 centimètre grossi à la même échelle.]

En prenant dans chaque génération les individus engendrés dans les conditions les plus précoces, on arriverait ainsi à trouver que le nombre des générations parthénogénétiques, sous notre climat, est au moins de 10 à 12, ce nombre pouvant évidemment varier dans une certaine mesure suivant les années; si l'on prend au contraire pour chaque génération les individus le plus tardivement engendrés comme point de départ de la génération suivante, le chiffre obtenu ne dépassera pas 5 ou 6.

D'après Lignières (1895), à mesure que l'on s'avance dans la saison chaude, le temps nécessaire pour l'évolution des individus diminue. Pour les individus de la 1re génération issue des hivernants il a compté 23 jours; pour les générations suivantes, 20, 18, 15 et même 12 jours. A la fin de septembre, le temps augmente au contraire sensiblement et en octobre on compte 25 jours et plus. Ces chiffres sont de l'ordre de ceux que j'ai obtenus, des variations pouvant toutefois se présenter suivant les conditions météorologiques de l'année. En 1917 j'ai compté 17 jours (6-23 mai) pour le développement complet (de l'éclosion au début de la reproduction) des individus de la première génération issue des hivernants et 18 jours (10-28 juin) pour le développement de la 3e; quinze jours (1er-16 août) pour le développement des individus de la 5e génération; 12 jours (16-28 août) pour la 6e génération.

Dans l'Allemagne du Sud, Thiele a obtenu des résultats fort analogues

par une méthode un peu différente. A la fin d'avril, il transportait une colonie de Pucerons sur un arbre non infesté et il la laissait se développer; quand les Pucerons commençaient à se reproduire et que les jeunes apparaissaient,

F. Pétré del.

Fig. 31. — Un Puceron lanigère aptère provenant d'une colonie semblable à celle de la fig. 30, mais portant encore une bonne partie de sa sécrétion cireuse. [Gr. = 36] ; le trait divisé, au bas de la figure représente 1 millimètre grossi à la même échelle.

il supprimait tous les adultes et laissait les jeunes se développer. Il obtint ainsi de la fin d'avril au début de novembre 14 générations successives ainsi réparties :

1re	génération :	commença à reproduire le	9 mai		
2e	—	—	24 mai :	soit 15 jours	pour son développt
3e	—	—	6 juin	13 —	—
4e	—	—	26 juin	20 —	—
5e	—	—	8 juil.	12 —	—

6	—	—	19 juil.	11	—	—
7e	—	—	29 juil.	10	—	—
8e	—	—	7 août	9	—	—
9e	—	—	17 août	10	—	—
10e	—	—	30 août	13	—	—
11e	—	—	13 sept.	14	—	—
12e	—	—	29 sept.	17	—	—
13e	—	—	19 oct.	20	—	—
14e	—	—	8 nov.	20	—	—

La 15e génération n'a pas pris de développement et est restée stationnaire à l'état jeune pour hiverner.

Les résultats de Thiele comparativement à ceux que nous avons préalablement donnés indiquent une légère accélération dans le développement annuel, accélération pouvant s'expliquer facilement par des conditions de température plus favorables ou par ce fait qu'il a poursuivi ses observations sans faire de repiquage successifs.

Nous pouvons admettre, d'après ce qui précède, que le nombre des générations annuelles du Puceron lanigère peut atteindre de 10 à 14.

Le nombre des jeunes produits par les femelles parthénogénétiques est estimé à 50 ou 60 en moyenne par Lignière. Mordvilko, rappelant les observations de cet auteur, celles de Goethe (1885) et celles de Muhlberg (1885), admet le nombre de 30 à 40 en moyenne pour les femelles parthénogénétiques aptères (1) : ces chiffres, basés sur le nombre des embryons, sont inférieurs à la réalité. En isolant un individu de la première génération (issue des hivernants) sur un jeune Pommier en pot et en recueillant au fur et à mesure tous les jeunes qu'il engendrait, j'ai obtenu un nombre très supérieur. La récolte faite du 23 mai au 13 juin me donna en effet 133 jeunes Pucerons de 2e génération et il est vraisemblable que la numération a été arrêtée avant que l'Insecte fût arrivé au terme complet de sa reproduction. D'autre part la progéniture d'une mère de 3e génération échelonnée du 28 juin au 30 juillet fut de 118 individus et celle d'une mère de 7e génération échelonnée du 18 septembre au 10 octobre s'éleva à 109 individus.

Pendant la période la plus chaude de l'été, l'activité reproductrice est souvent un peu diminuée et pour quatre femelles de 4e génération j'ai obtenu 271 jeunes qui se sont échelonnés du 11 juillet au 16 août, soit une production moyenne de 67 jeunes par femelle pendant cette saison chaude et sèche. Toutefois, si la multiplication du Puceron lanigère se ralentit pen-

(1) A l'exception toutefois des hivernants, qui, pour Mordvilko, auraient une puissance reproductrice notablement plus élevée (180 petits d'après les observations de son correspondant Newsky faites à Tachkent). Pour ma part, je n'ai pas trouvé une telle différence et la descendance des hivernants que j'ai observés s'est même trouvée inférieure à celle de la génération suivante.

dant cette période, c'est seulement, semble-t-il, dans la mesure où l'afflux de sève lui-même diminue. Et, là où la sève est encore abondante, le Puceron continue à se multiplier avec intensité. Un facteur très important qui fait varier le pouvoir reproducteur du Puceron lanigère est en effet l'état de végétation de la plante. Sur les Pommiers en pot, cette vigueur est assez

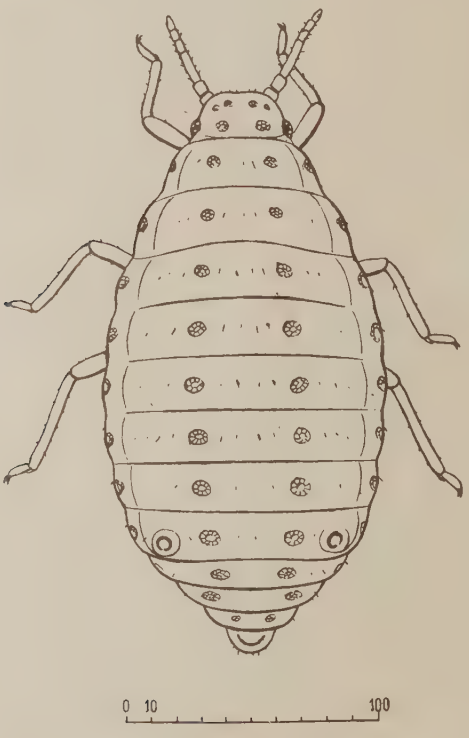


Fig. 32. — Même Puceron que sur la figure 31, débarrassé de sa sécrétion, pour montrer les glandes cirières spinales et marginales et les cornicules.

souvent ralentie et l'on obtient alors des multiplications notablement moins intenses. Il est à remarquer d'autre part que le repiquage d'un individu isolé sur un Pommier neuf est de nature à créer un désavantage pour le pouvoir reproducteur de cet individu par rapport à un Puceron qui s'est développé côte à côte avec les congénères d'une même colonie sur une tumeur remplie de sucs nourriciers. Aussi les chiffres que j'ai obtenus dans mes expériences semblent-ils devoir être en général considérés comme plutôt inférieurs à ceux des conditions naturelles (1). Quoi qu'il en soit, il ressort des

(1) Il y aurait lieu de tenir compte de la variété du Pommier qui se trouve en cause. Les recherches de Davidson ont en effet montré qu'une même espèce de Puceron présente une fécondité très variable suivant l'espèce ou la variété de la plante sur laquelle il se trouve

observations précédemment exposées que le nombre des jeunes produits par les femelles parthénogénétiques du Puceron lanigère dépasse notablement la centaine pour les générations printanières et automnales, la fécondité paraissant par contre s'abaisser un peu au-dessous de cette moyenne pendant la génération la plus chaude de l'été. Si, nous basant sur ces données, nous estimons seulement à 9 le nombre des générations et à 100 le nombre moyen des individus engendrés par chaque insecte, nous obtiendrons pour la descendance parthénogénétique issue d'un seul hivernant au cours d'une année un quintillion d'individus.

Les diverses générations du cycle annuel sur Pommier chevauchent, bien entendu, très largement l'une sur l'autre. C'est ainsi que, dans les premiers jours de juin (1917), je constatai au moyen de repiquages sur Pommiers neufs que des individus de la première génération (issus des hivernants) étaient encore vivants et n'avaient pas atteint le terme de leur reproduction, alors que les premiers individus de la deuxième génération étaient arrivés à leur taille complète.

La vie d'une femelle adulte (de 3e génération) eut une durée de plus d'un mois et demi (du 11 juin jusqu'au 31 juillet) : née le 11 juin, elle devint adulte et commença à reproduire le 28 juin, soit une quinzaine de jours après et continua à engendrer des jeunes jusque vers le 28 juillet soit environ pendant un mois. L'apogée de la reproduction se présenta entre le 10 et le 15 juillet, avec une moyenne de 6 à 8 jeunes par jour; pendant les premières journées, la moyenne fut seulement de 3 à 5 par jour et à partir du 18 juillet jusqu'au 31, la reproduction tomba à un très faible degré d'activité, puisque 2 jeunes seulement furent engendrés pendant toute la durée de cette période.

Ainsi que l'ont constaté les auteurs américains, le nombre des mues effectuées par chaque femelle parthénogénétique au cours de son évolution est de 4. D'après Baker le temps moyen qui sépare 2 mues successives d'un aptère est de 5 à 6 jours. Dans des conditions réalisant l'optimum, le temps nécessaire peut être seulement de 3 jours (temps chaud et humide); dans des conditions défavorables il peut se prolonger jusqu'à 10 ou 12 jours.

Les observations que j'ai faites en septembre 1921 sur des néonates transportés sur Pommiers neufs, afin de suivre isolément leur évolution

hébergé. Il est donc très vraisemblable qu'il en est de même pour le Puceron lanigère. Depuis la rédaction de ce travail, est en outre paru le mémoire de Monzen (1926) qui a montré expérimentalement que la fécondité du Puceron lanigère variait suivant les variétés de Pommier sur lesquelles il était élevé; c'est ainsi que son pouvoir prolifique se montra notablement plus faible sur Astrakan rouge que sur Jonathan, Sops of Wines et Rawl's Janet. La durée de vie de l'Insecte se trouva aussi abrégée sur Astrakan rouge.

m'ont également permis de reconnaître 5 stades successifs séparés par 4 mues. Le premier stade m'a paru plus long que les suivants et a exigé 6 jours, les 3 suivants ont duré seulement 3 à 4 jours; nous avons vu que le 5e stade (adulte) qui se prolonge jusqu'à la mort peut durer un mois. La longueur plus grande du premier stade paraît en rapport avec la nécessité où se trouve le néonate de s'adapter à un milieu relativement nouveau et d'effectuer au besoin des migrations en différentes parties de la plante où il est né ou sur d'autres plantes lorsqu'il y est entraîné par le vent. L'avantage que lui donne une durée plus longue s'ajoute pour ce premier stade à celui d'une plus grande agilité.

B. — *Hivernation.* — Ainsi que l'ont signalé beaucoup d'auteurs depuis Muhlberg et Kraft (1885), un certain nombre d'aptères passent l'hiver sur le tronc ou sur les rameaux de Pommiers, plus ou moins cachés dans les plaies chancreuses ou dans les fissures de l'écorce; ils sont alors en grande partie dégarnis de leur toison cireuse. Dans certaines conditions, ils peuvent aussi hiverner sur les racines. Aux environs de Paris, ce dernier mode d'hivernage est loin d'être général, tandis que l'on rencontre au contraire fréfréquemment le Puceron lanigère sur les racines en été. J'ai à diverses reprises vu des Pommiers qui avaient été arrachés pendant l'hiver et qui ne portaient aucun Lanigère sur les parties souterraines, tandis que l'on en trouvait dans les lésions chancreuses des tumeurs sur le tronc et les rameaux. J'ai pourtant observé facilement l'hivernage sur racines dans des terrains assez légers et relativement secs; par contre je ne l'ai observé qu'exceptionnellement en terrain argileux et conservant l'humidité (1). Les hivernants radicicoles que j'ai observés se trouvaient souvent sur des tumeurs portées par des racines assez profondes.

Sous le climat de Paris, par les hivers doux, l'Insecte peut hiverner à ses différents stades de développement : ce sont pourtant les jeunes stades qui dominent; car ce sont eux qui résistent le mieux à l'action du froid et sous les climats rigoureux ou au cours d'hivers particulièrement durs, ce sont en très forte majorité ou même exclusivement les jeunes stades qui persistent. Après un hiver très rude (1916-1917), ayant examiné tout au début du printemps, des Pommiers en espalier qui étaient très envahis par le Puceron lanigère l'année précédente, je trouvai au niveau des tumeurs un

(1) Pour affirmer que le Puceron lanigère hiverne sur racines dans une localité, il ne suffit pas de trouver des tumeurs dues au Puceron sur les racines; car ces tumeurs peuvent avoir été produites pendant l'été et avoir été ensuite abandonnées par les Pucerons. La présence des Insectes au début de l'hiver sur les racines n'est pas non plus une preuve certaine; car les conditions ultérieures de l'hivernage (excès d'humidité, etc.) peuvent déterminer la mort des Pucerons. Il est nécessaire pour affirmer l'hivernation souterraine de trouver les Insectes vivants en place sur les racines à la fin de l'hiver.

grand nombre de Pucerons morts à tous les stades de leur évolution; ils étaient entièrement dégarnis de leur revêtement laineux; abrités plus ou moins dans les fissures des tumeurs, on en trouvait encore aussi de vivants, mais en proportion minime par rapport aux précédents : la plupart de ces survivants étaient à des stades jeunes; mais les stades avancés ou intermédiaires ne faisaient pas complètement défaut.

Les Pucerons qui résistent ainsi à la saison froide se couvrent de substance laineuse au printemps et effectuent le nombre de mues qu'il leur reste à subir pour atteindre l'âge adulte; ils apparaissent sous l'aspect d'un point blanc toujours de petite taille, mais dont les dimensions varient pourtant un peu suivant le stade auquel les hivernants sont parvenus, et aussi parce que deux ou trois peuvent se trouver groupés l'un contre l'autre. Puis, dans le courant d'avril ou de mai, les taches grandissent par adjonction des jeunes issus des hivernants et qui se pressent en groupes sur les mêmes points. Si clairsemés que puissent être les subsistants de l'hiver et alors même qu'il n'y en aurait que quelques-uns dans toute une plantation, leur puissance de multiplication est telle qu'ils peuvent suffire à réaliser une infection complète des arbres au cours de l'année et c'est pourquoi l'arboriculteur ne saurait trop s'appliquer à rechercher et à faire disparaître les premiers points blancs qui apparaissent au printemps et qui se trouvent généralement dans les parties abritées contre les intempéries, notamment dans les cavités du tronc ou à la partie inférieure des branches.

Les hivernants ont toujours un aspect assez typique en raison de leur teinte très foncée ou noire, et de l'absence ou de la rareté du duvet cireux. De plus, j'ai constaté très fréquemment, parmi les individus devenus adultes au printemps et qui ont passé l'hiver à un stade jeune, la présence de Pucerons ayant des antennes de 5 articles au lieu de 6; on trouve même très souvent des individus dont l'une des antennes a 5 articles, tandis que l'autre en a 6. Après avoir fait traduire le mémoire de Mordvilko, j'ai eu connaissance que des observations semblables avaient été faites en Russie par cet auteur; il a même noté une fréquence plus grande des femelles ayant des antennes de 5 articles que je n'ai pu moi-même le constater, ce qui peut tenir à une action directe plus énergique du froid, mais ce qui peut encore s'expliquer par ce fait que, sous un climat rigoureux, les tout premiers stades arrivent seuls à passer l'hiver et que ce sont précisément eux qui, sous l'action du froid, sont susceptibles de devenir des femelles parthénogénétiques ayant 5 articles aux antennes. Comme ce sont des individus ayant hiverné à un stade jeune qui présentent le caractère de la réduction des articles de l'antenne, il convient, si l'on veut les observer, de les rechercher non pas parmi ceux qui commencent à se reproduire au début du printemps, mais parmi les hivernants à persistance suffisamment tardive et qui se reproduisent vers la fin d'avril ou en mai; voici à cet égard les résultats d'une

expérience faite en 1924-1925, sur Pommier en pot, pour préciser les données que j'avais recueillies les années précédentes au cours d'observations dans les cultures : Sur un Pommier contaminé le 16 septembre 1924 et sur lequel les Pucerons avaient hiverné au dehors à des stades différents, j'avais, à la fin de mars 1925, supprimé tous les Pucerons sauf un certain nombre ayant hiverné à des stades jeunes (pas au delà du 3e stade). Le 12 mai, alors qu'ils étaient en pleine reproduction, les 22 subsistants furent examinés et l'observation montra que 8 présentaient 6 articles à chaque antenne, que 2 présentaient 5 articles à chaque antenne, tandis que 12 avaient une antenne à 5 articles et l'autre à 6 articles. Il est à noter que le dernier article qui se différencie est le quatrième et sa séparation se fait aux dépens de l'extrémité distale du troisième. Aussi, chez les hivernants ayant une antenne à 5 articles, voit-on très souvent sur le troisième article une encoche plus ou moins marquée indiquant l'ébauche de cette séparation : en ce cas, qui marque une transition entre les deux sortes d'antennes, l'article supplémentaire portant à 6 le total était en train de se différencier aux dépens du 3e et si le processus dont le début était indiqué par l'encoche avait pu continuer à se poursuivre, l'hivernant aurait eu 6 articles à son antenne au lieu de 5.

Il y a dans la différenciation qui vient d'être signalée une première indication du processus qui chez d'autres Aphidiens tels que les Chermes, se manifeste d'une façon plus constante et plus complète par l'existence d'un type morphologique spécialement différencié pour l'hivernant (type pseudo-fondatrice).

La fécondité des hivernants m'a paru fort variable. D'après Mordvilko rapportant des observations faites à Tashkent, elle serait plus grande que celle des autres générations et un de ces Insectes aurait donné 180 petits en 45 jours, tandis que les générations suivantes ne donnèrent que 30 à 50 jeunes. Je n'ai pas trouvé en France d'écart considérable entre la fécondité des hivernants et celle des générations qui suivent. Comme il se pouvait qu'une insuffisance de vigueur chez les plantes nourricières en pot fût la cause d'un fléchissement dans le pouvoir reproductuer des hivernants mis par moi en observation au cours des années précédentes, j'ai refait en 1926 l'expérience, en isolant à l'aide de tanglefoot (sorte de glu pour les arbres) 3 hivernants qui se trouvaient sur le bourrelet d'un chancre d'un grand Pommier en plein vent et je suis encore arrivé à une moyenne ne dépassant pas 70 à 80 descendants par hivernant, c'est-à-dire une moyenne qui n'est pas supérieure à celle des générations suivantes. (1)

(1) Je ne conteste pas d'ailleurs les observations rapportées sur ce point par Mordvilko. — Il se peut que la moyenne relative à la descendance des hivernants se trouve augmentée dans les climats froids par suite de la conservation exclusive des individus hivernant à des stades jeunes, et du plus haut pouvoir reproducteur de ces derniers.

C. — *Période correspondant à la végétation du Pommier.* — La génération printanière issue des hivernants peut avoir une descendance directe aussi nombreuse que celle des hivernants eux-mêmes, et dans une de mes observations j'ai relevé une fois pour elle le chiffre de 132, chiffre qui dépasse ceux que j'ai pu relever pour la reproduction des hivernants. Cette génération printanière ne m'a paru présenter aucune élection pour une partie ou l'autre de la plante. Tant que les jeunes trouvent place auprès de la mère dans cette région tuméfiée qui l'entoure et où l'écorce est suffisamment tendre, ils se fixent en général dans son voisinage immédiat et c'est ainsi que les petites taches formées le long des tiges par les hivernants généralement très clairsemés, s'élargissent progressivement par l'adjonction des jeunes qui se pressent serrés autour de leur mère. Lorsque l'emplacement favorable vient à manquer à la périphérie de cette nouvelle colonie, les jeunes débordent de tous côtés et envahissent l'axe des pousses qui se développent. Si, par contre, au lieu d'observer les Pommiers sur lesquels il y a des hivernants installés depuis l'automne précédent, on a à faire à des Pommiers neufs que l'on contamine artificiellement avec des jeunes issus d'hivernants, tous ou presque tous ces jeunes Pucerons gagnent les bourgeons et les nouvelles pousses. L'insertion des pétioles constitue en particulier un lieu d'élection pour leur fixation. D'une façon générale les jeunes larves n'arrivent à se fixer que sur les pousses jeunes ou sur les tumeurs fraîchement habitées par les Pucerons. Il est impossible de contaminer tardivement en automne des Pommiers neufs par les jeunes stades : seuls quelques individus à évolution avancée parviennent à se fixer, principalement aux points de contact de deux rameaux, en des endroits abrités. Tous les Pommiers que j'ai essayé de contaminer tardivement dans la saison, m'ont, à cet égard, donné les mêmes résultats négatifs pour la fixation des jeunes.

3. — Les Ailés

Ainsi qu'il a été dit plus haut, on distingue en Amérique deux catégories d'ailés en rapport avec les migrations, l'une printanière formée d'individus parthénogénétiques et destinés à émigrer des « rosettes » de l'Orme sur le Pommier, l'autre automnale formée de sexupares et destinés au retour du Pommier à l'Orme.

En Europe, où la migration sur l'Orme fait défaut, nous n'avons à faire qu'à des ailés dont l'évolution se poursuit sur le Pommier; mais il est à remarquer que ces ailés nés sur Pommier peuvent être suivant les cas virginipares ou sexupares. Les virginipares apparaissent d'une façon généralement beaucoup plus précoce que les sexupares. Il est facile de les reconnaître par l'examen des jeunes qu'ils déposent: les virginipares donnent nais-

sance à de jeunes individus parthénogénétiques pourvus de rostres (1) et les sexupares donnent naissance à de jeunes sexués dépourvus de rostres. Ces faits ont d'ailleurs été déjà très exactement notés par Lignières (1895) (2). Il observa les ailés les plus précoces dans les premiers jours de juin (7 juin) et ces ailés donnèrent naissance à des petits pourvus de rostres, c'est-à-dire parthénogénétiques. Un peu plus tard, dans les premiers jours de juillet, les ailés donnèrent une descendance mixte. Plus tardivement, depuis la fin de juillet jusqu'à la fin de l'automne, ils donnèrent exclusivement des sexués. Thiele (1902) a fait mention des mêmes ailés virginipares (3).

Depuis, l'apparition d'ailés parthénogétiques a été notée en Allemagne par Börner (1909) et en Suisse (dès le mois de juin) par Schneider-Orelli (1916).

Je l'ai constatée en France, avec variations considérables suivant les années. On peut admettre deux périodes de production d'ailés, l'une en juin-juillet, donnant au moins au début une descendance en majeure partie formée d'individus pourvus de rostres et parthénogénétiques, l'autre en septembre-octobre, donnant une descendance formée exclusivement d'individus dépourvus de rostre et sexués. La première est toujours très réduite par rapport à la seconde et apparaît d'une façon irrégulière et sporadique. Certaines années, les deux périodes se relient d'une façon presque ininterrompue et on peut trouver des ailés se développant sur les Pommiers depuis le commencement de juin jusqu'à la fin de l'automne avec un minimum ou une courte interruption vers le milieu d'août et un grand maximum de la fin de septembre jusqu'au delà de la mi-octobre, tous ceux produits à l'arrière saison étant, suivant la règle déja énoncée, des sexupares.

Les premiers ailés du mois de juin donnent en général uniquement des asexués (pourvus de rostres). Mais la progéniture ne tarde pas à devenir mixte avec prédominance d'abord des asexués, puis ensuite des sexués. En 1916, année pour laquelle la première apparition d'ailés fut notée le 17 juin, on trouvait déjà du 20 juin au 7 juillet un certain nombre de sexués dans la descendance (environ 16 %). Suivant les années et les localités, des fluctuations très grandes furent constatées dans la proportion des asexués et des sexués pour cette première période d'apparition des ailés (juin, juillet, août)

(1) Dans ce qui suit, nous les désignerons souvent pour simplifier sous le nom d'*asexués*, bien que ce terme soit assez impropre. Il est bien entendu, en effet, qu'il s'agit de femelles non-fécondables et virginipares. De même la génération dite *sexuée* serait plus correctement désignée sous le nom de *bisexuée*.

(2) D'après Schneider-Orelli, les premières observations à ce sujet sont dues à J. Lichtenstein et ont été faites à Montpellier; non publiées par lui, elles ont été l'objet d'un compte rendu fait par Löw (1880) dans une note sur la présence du Puceron lanigère aux environs de Vienne.

(3) *Zeitsch. f. Naturwis*, LXXIV, 1902, p. 367.

et il semble bien difficile de préciser les facteurs qui entrent en jeu pour déterminer ces variations. En 1917, j'ai constaté la persistance d'asexués dans la descendance des ailés jusqu'au 12 septembre. Au Maroc, Mme Vuillet m'a signalé la persistance très tardive des ailés générateurs d'asexués et M. Gaumont a fait en Alsace une observation de même ordre. Dans le Turkestan, à Tashkent, Mordvilko signale d'autre part l'apparition très précoce des ailés, dès avril ou mai, et dans la progéniture de ces ailés il peut y avoir un petit nombre de sexués.

Fig. 33. — Puceron lanigère : Ailé sexupare. [Gr. = 31.] — *C*, nervure costale ; *Sc*, nervure sub. costale ; *Pts*, pterostigma ; *r*, nervure radiale (de Handlirsch) limitant inférieurement le pterostigma ; *rs*, sector radii (de Handlisch et Patch, = n. radiale de divers auteurs) ; *m*, première médiane se bifurquant (*m'* et *m''*) ; *m* 1, 2e médiane ; *cu*, cubitale.

Un fait remarquable sur lequel l'attention a d'ailleurs été déjà attirée c'est que souvent un même ailé donne une progéniture mixte à la fois composée d'asexués et de sexués. Je relève par exemple dans mes notes ce qui suit:

Sur 18 ailés isolés chacun dans un tube le 22 juin 1916, 3 donnèrent une progéniture mixte et 15 une progéniture exclusivement sexuée ou asexuée.

Sur 17 ailés isolés en tubes le 5 juillet de la même année, 3 donnèrent une progéniture mixte et 14 une progéniture exclusivement sexuée ou asexuée.

Sur 19 ailés isolés en tubes le 7 juillet 1916, 5 donnèrent une progéniture mixte et 14 une progéniture exclusivement sexuée ou asexuée.

Aucune règle ne paraît d'ailleurs présider à la proportionnalité dans laquelle femelles, mâles et asexués se trouvent mélangés dans la progéniture d'un même ailé.

Il est à noter aussi qu'en dehors des asexués typiques pourvus d'un long rostre atteignant ou dépassant l'extrémité postérieure de l'abdomen, on rencontre parfois, dans la descendance néonate issue des ailés, des individus portant un rostre beaucoup plus court que de coutume et dans certains cas même rudimentaire; ces individus brévirostres forment en quelque sorte le passage aux sexués et peuvent aussi se trouver en mélange dans la progéniture d'un même ailé avec les asexués longirostres typiques et avec les sexués.

Je n'ai pu avoir que tardivement (1923) communication d'une note de Schneider-Orelli parue en 1916 qui signalait déjà l'existence des néonates brévirostres dans la descendance des ailés virginipares. D'après Schneider-Orelli, les néonates brévirostres, transportés sur une pousse de Pommier, ne se mettent pas à sucer la sève comme les longirostres et n'effectuent pas non plus de mues comme les sexués mais meurent au bout de quelques jours, ce qui porte à les considérer comme des formes anormales ou inadaptées. (1)

Nous avons déjà mentionné l'existence de ces deux types de néonates issus des ailés au chapitre de la morphologie (page 39). Il est à noter qu'entre ces deux formes on peut rencontrer des exemplaires intermédiaires peu nombreux et que l'on pourrait désigner sous le nom de médirostres. La proportion des uns et des autres varie notablement, sans que la part revenant dans ces variations aux conditions du milieu, ou aux conditions génétiques ait été jusqu'ici définie. Il y a là en tout cas des indications intéressantes au point de vue de la différenciation des sexués.

(1) Dans un travail récent paru alors que mon mémoire était en majeure partie rédigé, Schneider-Orelli et Leuzinger (1926) ont donné un compte rendu détaillé de leurs nombreuses expériences et observations sur les ailés et sur leur descendance. Ils sont arrivés pour la Suisse à des conclusions fort analogues aux nôtres et leurs tableaux comportent un ensemble de données qui sont de même ordre que celles qui ressortent de ceux que nous avons nous-mêmes établis.

Je donnerai dans ce qui suit et d'après mes notes quelques exemples de la façon variable dont peut se trouver composée la progéniture d'un même ailé.

DATE DES ISOLEMENTS DES AILÉS	ASEXUÉS		SEXUÉS		TOTAL DE LA PROGÉN.
	LONGIROSTRES	BRÉVIROSTRES	FEMELLES	MALES	
16 juin 1922		1	5		6
22 juin 1916	1	1	2		4
—	7				7
—	7				7
—	9				9
—	8				8
—			6		6
—			5		5
—	8		5		13
—	6	2(1)	1		9
5 juillet 1916	4				4
—	6				6
—	6				6
—	6				6
—	6				6
—	5	1(2)	2		8
—	4	1(2)	5		10
7 juillet 1916			5		5
—	9				9
—	14				14
—	10		1		11
—	8				8
—	13				13
—	6				6
—	13				13
—	14				14
—	12				12
—	4		5		9
—	9		1		10
—	5		2		7
—	6(3)		2		8
—	8				8
—	7		1		8
—	8(4)				8

(1) Des 2 brévirostres, l'un avec labium tout à fait rudimentaire et soies rostrales le dépassant : forme très voisine de la femelle sexuée. De plus, cas intéressant par la diversité de sa progéniture.

(2) Les néonates portés à la colonne des brévirostres ont un rostre de longueur plutôt intermédiaire et pourraient être désignés comme médirostres.

(3) Sur les 6 longirostres, 2 gonflés de réserves nutritives comme les femelles.

(4) Sur les 8 longirostres, 2 gonflés de réserves comme les femelles.

—	11				11
—	6		2		8
Entre le 15 et le 18 juillet 1916			5		5
—	6				6
—	3		2		5
—				1	1
—	8				8
—	9				9
—	9				9
—	11				11
—	12				12
	7				7
27 juillet	2		1		3
—			4	1	5
—			3	1	4
—	9				9
—			6		6
3 août 1916	13				13
—	14				14
—			8		8
—			6		6
—			3		3
Entre le 11 et le 19 août 1916	8				8
—	5				5
—	7				7
—	1		2		3
—	9				9
—	8				8
—	14				14
—			1		1
—	11				11
—	9				9
—	6				6
—			2		2
—			2		2

A la fin d'août ou en septembre, sous le climat de Paris, le nombre des asexués diminue rapidement par rapport aux sexués. Exceptionnellement, j'ai encore trouvé des asexués vers la mi-septembre; mais, dès la première quinzaine du mois, la grosse majorité de la progéniture des ailés est formée de sexués et, à partir de la deuxième quinzaine, je n'ai plus trouvé que des sexués dans cette descendance. La proportion des mâles et des femelles est fort variable. Les mâles apparaissent au cours de l'année notablement plus tard que les femelles et pendant les mois de juin, juillet, août,

on peut dire qu'il y a spanandrie. Tout à fait à la fin de la saison les mâles sont au contraire en quantité prépondérante.

Voici pour le mois d'octobre, alors que les asexués sont depuis longtemps disparus de la progéniture des ailés, quelques exemples de la proportion des sexes; ils se rapportent à l'année 1916, ainsi que la plupart des observations précédentes.

DATE DES ISOLEMENTS DES AILÉS	FEMELLES	MALES	TOTAL	OBSERVATIONS
2 octobre 1916	5	5	10	
»	6	2	8	
»	4	3	7	
»	4	2	6	
»				Pour 15 autres ailés isolés à la même date, total des femelles = 63, total des mâles =44.
9 octobre 1916	1	3	4	
»	1	2	3	
»	2		2	
»	3		3	
»	3	1	4	
»	2	4	6	
»				Pour 15 autres ailés isolés à la même date, total des femelles = 20, total des mâles =11.
16 octobre 1916	1	2	3	
»		2	2	
»		2	2	
»		3	3	
»		1	1	
»		4	4	
»		5	5	
»				Pour 27 autres ailés isolés total des femelles = 3, total des mâles = 50 ; parturition paraissant d'ailleurs très incomplète.

Le nombre les jeunes déposés par les ailés est très variable, d'abord en raison de la taille des reproducteurs et ensuite parce que les conditions extérieures peuvent avoir à cet égard une grande influence. Lorsqu'on les isole en tubes, la reproduction est très souvent diminuée, surtout sous l'influence de la sécheresse. Lorsqu'il s'agit d'une production exclusive de néonates virginipares, le nombre maximum constaté dans les observations a été de 14 et il est très souvent de 6 à 9. Lorsqu'il s'agit de sexués, il est généralement plus faible et varie le plus souvent de 5 à 8 (en ne tenant pas compte

des cas où le dépôt des jeunes a été manifestement réduit sous l'influence de conditions extérieures défavorables. Le maximum obtenu a été de 10 sexués (5 femelles et 5 mâles).

D'après le temps nécessaire pour l'évolution de chaque génération (voir p. 48), on peut admettre que, sous notre climat, les premiers ailés doivent faire partie de la 2e ou de la 3e génération issue des hivernants. La détermination des facteurs qui président à leur apparition reste encore assez énigmatique. Il faut retenir pourtant que, dans les élevages en serres, on les obtient toujours en quantité plus grande que dans la nature. Et d'après les observations de Goethe (cité par Mordvilko), ainsi que d'après celles de Baker (1915), l'élevage en serre chauffée permet d'obtenir des ailés pendant tout le cours de l'hiver. D'autre part, on ne saurait admettre que la sécheresse ou la diminution de l'afflux de sève puissent suffire à déterminer l'apparition des ailés: j'ai en effet observé des Pommiers qui se sont progressivement desséchés au courant de l'été (juillet et août), au point que les aptères les abandonnaient en émigrant tout autour et sans pourtant qu'aucun ailé se formât. Il est probable que l'apparition des ailés est sous la dépendance d'une modification de la sève ayant lieu partiellement sous l'influence de la saison, partiellement aussi sous l'influence de la grande agglomération de Pucerons qui se développent en un point limité de la plante. On sait que Grassi et Foa ont nettement démontré que, pour le Phylloxéra, les ailés n'apparaissent sur les racines que là où il y a agglomération d'Insectes : les individus artificiellement isolés par destruction de leurs voisins n'évoluent jamais en ailés. Ces données ont été confirmées par Börner. Il paraît rationnel d'admettre que la fixation de nombreux Insectes sur un emplacement restreint détermine en ce point une accumulation de produits toxiques ou de déchet, accumulation qui se trouve encore accentuée lorsque la circulation de la sève devient moins active. Les causes qui déterminent l'apparition des ailés chez les Pucerons cadreraient ainsi avec celles qui déterminent la métamorphose d'une façon générale chez les Insectes et en particulier avec celles qui, chez les Cécidomyies pédogénétiques, provoquent l'apparition de larves susceptibles d'évoluer vers la métamorphose. (1)

Ainsi que l'avait constaté Lignières, les ailés en captivité déposent leurs jeunes au bout d'un temps très variable, le plus souvent trois ou quatre

(1) Expériences de Reginald G. Harris (*Biol. Bulletin*, XLVIII, p. 139, 144, 1925). — La question des facteurs intervenant pour déterminer l'apparition des ailes chez les Pucerons est fort complexe et a donné lieu à de nombreux travaux dans lesquelles toutes les principales modifications du milieu ont été mises en cause [Ewing 1916 et 1925, Shingi 1918, Shull 1918 Davidson 1924, Ackerman 1926]. — Dans bien des cas les influences extérieures (température, lumière, humidité) ont une action surtout indirecte en se ramenant à des modifications de la sève et de la nutrition. L'hérédité peut intervenir pour une certaine part (Ewing 1925).

jours après la sortie de la dépouille nymphale. Mais la sécheresse peut retarder notablement la ponte, et dans les isolements faits en tubes, ou en cellules, il n'est pas rare de voir 8 ou 10 jours s'écouler avant le dépôt des jeunes.

Au moment où les jeunes sont émis à l'extérieur, ils sont généralement enveloppés de la membrane de l'œuf; mais ils s'en débarrassent aussitôt. La ponte des ailés ne dure pas plus de 2 jours; ils meurent ensuite, l'abdomen rétracté.

Où, dans la nature, cette ponte est-elle effectuée? Pour la première série d'ailés, celle de juin-juillet à progéniture parthénogénétique ou mixte, on sait qu'elle a lieu sur les Pommiers; mais les données concernant leurs déplacements d'un arbre à l'autre paraissent rares. J'ai mis en expérience le 17 juin 1916, une dizaine de ces ailés sur un petit Pommier en pot dans un cylindre de verre fermé par de la mousseline aux deux extrémités. Ils donnèrent naissance les jours suivants à une progéniture mixte formée d'asexués et de sexués. Ces derniers disparurent sans laisser de traces. Les asexués se fixèrent et se développèrent (au moins en partie), formant la souche initiale de 5 générations qui se succédèrent jusqu'à la deuxième quinzaine de septembre, de nouveaux ailés, ceux-ci sexupares étant apparus parmi les individus de la 5e génération. La contamination du Pommier au moyen de la descendance directe des ailés avait d'ailleurs été antérieurement observée par Thiele et par Schneider-Orelli. Ce dernier auteur insiste sur le rôle que les ailés virginipares peuvent jouer pour la dissémination de l'espèce.

Le sort de la série des ailés d'automne a été fort discuté. S'il est en effet démontré qu'en Amérique ils sont destinés à émigrer sur l'Orme américain et à y fournir une descendance viable, en Europe cette migration fait défaut et les sexués engendrés semblent destinés à mourir sans descendance ou à donner des fondatrices ne pouvant se perpétuer.

Avant la découverte des migrations américaines, on croyait que la ponte des ailés d'automne avait toujours lieu sur le Pommier et que les sexués auxquels ils donnaient naissance pondaient des œufs d'hiver destinés à fournir de nouvelles colonies au printemps. Aujourd'hui, on sait que les fondatrices qui sortent des œufs d'hiver ne se développent pas sur le Pommier et qu'en Europe, elles sont toutes destinées à périr au premier stade et sans évoluer.

L'ailé sexupare, même en Europe, ne reste généralement pas sédentaire sur le Pommier où il est né. Ainsi que le rapporte Lignières, il éprouve un besoin instinctif de s'envoler : « Il est facile de le constater en septembre « ou octobre, c'est-à-dire au moment où les ailés sont très nombreux sur « les branches. On les voit alors, surtout le matin, dès que le soleil vient

« les échauffer, sortir d'entre les Pucerons aptères où ils sont blottis, pour « venir vers l'extrémité du rameau ou la partie culminante d'une branche, « puis s'enfuir brusquement d'un vol si rapide et si puissant qu'il est impos- « sible de les suivre tout en courant pendant plus de quelques secondes; « aussi ne peut-on indiquer d'une façon absolue en quel point ils vont dépo- « ser les individus sexués. »

Lignières a d'autre part observé qu'à la fin de l'automne un certain nombre d'ailés semblent redouter la trop grande rigueur de la température et qu'au lieu de s'envoler, ils pondent alors parmi les aptères. D'après lui la ponte des ailés peut se faire aussi sur les feuilles et sur les branches et l'on peut trouver des œufs fécondés dans les anfractuosités où se réfugient les sexués.

La production éventuelle des sexués par les ailés sur le Pommier a été constatée aussi en Amérique où l'immense majorité des ailés émigrent pourtant sur l'Orme. Dès 1879, Howard (1) observait à Washington un œuf d'hiver du Puceron lanigère dans les crevasses de l'écorce d'un Pommier où avait vécu en colonies le Puceron lanigère pendant la saison précédente. Baker (1912), qui a étudié les migrations du Puceron lanigère sur l'Orme, dit aussi que, lorsque les colonies du Puceron lanigère sont très épaisses, on voit souvent des ailés rester sur les Pommiers : il a trouvé sur un arbre un bon nombre d'ailés, avec l'abdomen rétracté, qui avaient déjà déposé leurs jeunes sexués, et il vit un certain nombre d'entre eux sur les rameaux. Une autre fois le même auteur vit des sexués sur une feuille de Pommier qui était tombée sur le sol. Les auteurs américains regardent d'ailleurs cette ponte des ailés et des sexués sur le Pommier comme accidentelle et comme ne pouvant donner lieu à une descendance viable sur cet arbre. On sait d'autre part que, pour une quantité d'espèces diverses de Pucerons, les ailés sexupares déposent souvent leurs jeunes sur des supports quelconques, sans atteindre l'hôte qui est spécialement approprié à leur cycle évolutif. On peut voir, en maintes circonstances, de ces « ailés égarés » déposer leurs jeunes sur des arbres tout à fait impropres à l'évolution de leur descendance. J'ai pu le constater moi-même pour diverses espèces de Chermes, pour l'*Anoecia corni*, etc. En ce qui concerne le Puceron lanigère je rappelle la longue série d'essais que j'ai faits pour faire développer les fondatrices sur des Pommiers: tous ces essais ont donné des résultats négatifs (2).

D'une façon générale les ailés d'automne, en Europe, quittent les Pommiers et se dispersent. Il est probable qu'ils déposent leurs jeunes sur

(1) D'après Comstock. (Report of the Entomologist fort the year 1879, p. 259.)
(2) Voir page 17.

des supports divers et peut-être dans les crevasses des Ormes. Pourtant je n'ai pu recueillir aucune observation précise à cet égard. J'ai souvent examiné des Ormes au moment de la migration; mais je n'ai jamais rencontré dans les crevasses que des sexupares appartenant à d'autres espèces principalement *Tetraneura ulmi* et *Eriosoma ulmi*. Au Japon Monzen aurait trouvé en assez grande abondance les sexupares du Puceron lanigère sur les écorces d'*Ulmus campestris*.

Presque tous les auteurs considèrent les ailés comme ne se nourrissant pas, ou bien ils gardent le silence sur ce point. Il est en effet certain qu'arrivés à maturité ils n'ont pas besoin de se nourrir pour déposer leurs jeunes. Mais, dans certaines circonstances, ils peuvent pourtant le faire et piquer les feuilles avec leur rostre. Mokrzecki (1895, traduction anglaise 1898, page 79) a noté le fait sur les Pommiers. J'en ai vu moi-même (21 septembre 1922) qui stationnaient à la face inférieure des feuilles d'un Pommier fortement attaqué par le Puceron lanigère et pour certains d'entre eux, je vis alors très nettement à la loupe que l'extrémité de leur rostre était engagée dans le parenchyme; il est à noter que cette prise de nourriture avait lieu avant toute migration. Plusieurs fois, la même année et après avoir mis des ailés en présence de feuillage d'Orme, soit en cage, soit dans des capsules Petri, j'ai observé certains d'entre eux placés à la face inférieure de ces feuilles et ayant également l'extrémité de leur rostre engagée dans le tissu foliaire. L'une de ces observations fut faite dans les circonstances suivantes : Sous un cylindre de toile métallique avait été placé le 9 Septembre 1922 une petite touffe de rejets d'Orme qui croissait en pleine terre dans le jardin. Sous le même cylindre avait été en même temps disposée une pousse de Pommier de l'année portant de nombreux ailés de Pucerons lanigères, la partie inférieure de la pousse plongeant dans un flacon rempli d'eau. Le 18 septembre, soulevant le cylindre, je trouvai 4 ailés qui s'étaient fixés à la partie inférieure des feuilles d'Orme. Cueillant une feuille qui en portait un je la disposai de champ sous le binoculaire et vis nettement le rostre tendu et touchant de sa pointe le limbe de la feuille. Avec un pinceau réduit à quelques poils, je touchai alors très doucement l'Insecte et je le vis faire un léger effort pour retirer lentement ses soies rostrales qui restaient profondément engagées dans le parenchyme.

Si les ailés sexupares peuvent, ainsi que nous venons de le voir, se nourrir occasionnellement dans la nature sur le Pommier avant toute migration, et s'ils peuvent aussi le faire après transfert sur l'Orme en captivité il paraît assez vraisemblable qu'en Amérique, les mêmes ailés doivent absorber de la sève d'Orme lorsqu'ils ont effectué le travail déshydratant de la migration. L'observation directe fait pourtant défaut à cet égard. Et si nous nous en rapportons à ce que l'on sait des autres Eriosomiens, il semble même que l'attraction des ailés se fait en général soit directement sur les écorces.

soit d'une façon presque directe après simple abordage sur le feuillage et sans véritable stationnement sur ce dernier. (1)

Nos connaissance actuelles ne nous autorisent donc pas à rendre compte des faits que nous avons signalés par une hypothèse dont l'idée m'avait guidé dans les précédentes observations et qui serait celle d'une sorte d'entraînement au régime ulmivore commençant par l'ailé pour s'étendre ensuite à la fondatrice, le changement de régime du premier préparant en quelque sorte l'adaptation de cette dernière par l'entremise des sexués qui ne se nourrissent pas.

Le développement de l'ailé depuis le premier stade jusqu'à l'imago ne paraît pas avoir été suivi d'une façon précise. Directement, il ne pourrait guère en effet être étudié que par isolement et l'on ne sait d'avance si les jeunes que l'on isole sont destinés à évoluer en aptères ou en ailés. Bien plus, si l'on se reporte aux observations de Grassi sur le Phylloxéra, il est fort possible que le seul fait d'isoler un jeune Puceron décide de son évolution en aptère. Selon les auteurs américains, Baker notamment, les ailés ont comme les autres formes 4 mues et ce que nous savons des autres Pucerons nous conduit à admettre ce fait comme exact. D'après Mordwilko, déjà à la fin du 2e stade, la différenciation commence à s'établir entre l'individu qui doit évoluer en aptère et celui qui doit évoluer en ailé : S'il s'agit d'un ailé, on voit en effet à la fin du 2e stade les côtés du mésothorax commencer à se gonfler et après la 2e mue (c'est-à-dire dès le début du 3e stade) les ébauches des deux paires d'ailes deviennent nettement apparentes.

4. — Les Sexués

Bien que les sexués, dépourvus de rostre et ne se nourrissant pas, conservent pendant toute leur existence des dimensions naines, ils n'arrivent pourtant à la maturité sexuelle qu'après avoir subi plusieurs mues.

Lignières a le premier suivi de fort près leur évolution en usant d'une méthode très favorable pour les élevages et les observations : elle consiste à les isoler dans des cellules de moelle de sureau, recouvertes de lamelles de verre. La durée du développement est fort variable suivant la saison et la température. D'après une série d'isolements portant sur des ailés de fin juillet et d'août que nous avons faits avec Mme Vuillet en 1916, il n'a pas fallu plus de 7 à 9 jours pour assurer le développement complet des sexués qu'ils engendrèrent et pour les amener à la reproduction; leur vie dura en moyenne de 10 à 12 jours. En septembre 1922 j'obtins le développement complet en

(1) Voir page 5.

11 à 15 jours. Pour une série d'ailés sexupares isolés dans le courant d'octobre 1916, le développement complet des sexués jusqu'à l'accouplement exigea par contre de 12 à 20 jours et la vie se prolongea encore assez longtemps après, surtout pour les femelles non fécondées.

Le développement des mâles est en moyenne de plus courte durée que celui des femelles; nous l'avons trouvé de 11 à 12 jours en octobre alors qu'il était de 14 à 17 pour les femelles.

Le nombre des mues successives est très généralement de 4 pour les femelles, ce qui correspond bien au nombre déjà indiqué par divers auteurs notamment Kessler (1885), Baker et Börner; mais, pour les mâles, dans des conditions d'isolement qui nous paraissent éviter toute cause d'erreur, nous l'avons trouvé seulement de 3 et non de 4 comme l'indiquent les mêmes auteurs. Dans deux cas pour des femelles non fécondées j'ai observé une 5e mue ayant lieu une huitaine de jours après la 4e mue. Cette mue supplémentaire m'a paru toutefois exceptionnelle même chez les femelles non fécondées.

Lignières indique le nombre de 3 mues pour les deux sexes; mais il ajoute que, si l'accouplement ne se fait pas dans les 5 ou 6 jours, la femelle subit une 4e mue. Ces observations cadreraient assez bien avec les nôtres en admettant que l'une des mues des femelles ait échappé à Lignières, et que de plus le fait d'une mue supplémentaire chez les femelles non fécondées ait été considéré par lui comme général tandis qu'il nous a paru exceptionnel.

Le tableau suivant donne quelques exemples relatifs à l'évolution des sexués isolés en cellules de moelle de sureau (1):

(1) Voici les indications précises que donne Lignières sur cette technique, que j'ai moi-même utilisée, soit pour les ailés, soit pour des sexués séparément isolés: « Un morceau de « moelle de sureau de 3 centimètres environ est coupé dans le sens de la longueur, de façon « à établir deux surfaces planes parallèles; puis sur l'une d'elles est taillée une petite logette « à bords obliques de haut en bas, profonde de 4 à 5 millimètres, sur le plancher de laquelle « sont creusées de petites anfractuosités irrégulières peu profondes destinées à loger les « individus sexués.

« Il n'y a plus ensuite qu'à coller la cellule d'élevage sur une lame de verre, à enduire « les bords libres d'un peu de paraffine, à placer les Pucerons ailés au fond de la logette et à « les y enfermer à l'aide d'une seconde lame de verre préalablement chauffée.

« Dans ces conditions, les jeunes sexués, que ne tardent pas à pondre les ailés, se placent « dans les anfractuosités artificielles. Lorsqu'ils y sont bien établis, il ne reste plus qu'à « pratiquer quelques perforations dans les parois latérales de la cellule à l'aide d'une aiguille « très fine, pour donner libre accès à l'air, et à déposer le tout dans un lieu frais, à l'abri de « la sécheresse. » Pour les sexués séparément isolés, j'ai utilisé des cellules plus petites, faites avec des rondelles de moelle de sureau résultant de sections transversales évidées ensuite en godets, et recouvertes d'une lamelle de verre.

	FEMELLES							MALES			
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5 orig. américe.	N° 6 orig. américe	N° 7 orig. américe	N° 1	N° 2	N° 3 orig. américe.	N° 4 orig. américe
NAISSANCE..	6 septemb. 1922	6 septemb. 1922	6 septemb. 1922	24 au 25 oct. 1919	2 au 3 oct. 1919	29 sept. 1919	29 au 30 sept. 1919	5 septemb. 1922	24 au 25 oct. 1919	29 sept. 1919	3 octobre 1919
1re mue ...	8 ou 9 septembre	8 septemb.	9 ou 10 septembre	entre le 26 et le 29 oct.	6 octobre	2 octobre	1er octobre	8 septemb. 1922	entre le 26 et le 31 oct.	entre le 1er et le 3 oct.	6 octobre
2e mue	11 ou 12 septembre	11 sept.	12 ou 13 septembre	1er nov.	9 octobre	3 octobre	2 octobre	11 sept. 1922	entre le 29 et le 31 oct.	6 octobre	9 octobre
3e mue	14 sept.	14 sept.	16 sept.	entre le 3 et le 7 nov.	entre le 12 et le 14 oct.	entre le 4 et le 6 oct.	entre le 3 et le 5 oct.	16 sept. 1922	entre le 7 et le 8 nov.	10 octobre	entre le 11 et le 14 oct.
4e mue	19 ou 20 septembre	19 sept.	21 sept.	11 nov.	20 octobre	entre le 7 et le 9 oct.	entre le 7 et le 8 oct.	Adulte et actif les jours suivants	Adulte et actif les jours suivants	Adulte et actif les jours suivants	Adulte et actif les jours suivants
Mue supplémentaire (5e)	. . . . .					entre le 10 et le 19 oct.	entre le 14 et le 16 oct.				
Mort	accidentelle	entre le 29 sept. et le 3 oct.	entre le 30 sept. et le 3 oct.	entre le 4 et le 7 décembre	entre le 27 et le 29 octobre	accidentelle le 22 août	entre le 3 et le 7 novembre	non notée	15 nov.	entre le 23 et le 26 octobre	20 octobre

Les sexués se déplacent généralement fort peu au cours de leur développement. Après leur éclosion ils vont à la recherche d'une fossette ou d'une fissure assez étroite pour qu'une grande surface de leur corps se trouve en contact avec ses parois et souvent ils ne s'en écartent plus ou à peine, si bien que l'on trouve les 4 mues de la femelle ou les 3 mues du mâle groupées au même endroit, ou peu distantes l'une de l'autre.

Lorsque la température est suffisamment élevée, les accouplements commencent fort peu de temps après la dernière mue. Les mâles d'un vert foncé et dont les antennes sont toujours en mouvement recherchent avec une grande agilité les femelles d'un rouge brun qui restent généralement blotties dans leurs retraites; ils s'agrippent souvent pendant plusieurs heures au dos de ces dernières qui peuvent alors les transporter d'une place à l'autre. L'acte de la fécondation est lui-même de peu de durée. Les mâles peuvent féconder plusieurs femelles et malgré l'extrême ténuité de leur corps, témoignent d'une active énergie pendant leur vie adulte qui peut se prolonger pendant une dizaine de jours.

Peu de temps après l'accouplement la femelle se retire dans la fossette où elle a poursuivi son développement ou dans une dépression du voisinage et y dépose l'œuf fécondé ou œuf d'hiver : son évacuation peut nécessiter plusieurs heures, la femelle, au fur et à mesure que l'œuf se dégage, se rétractant et se plissant d'arrière en avant. Après la ponte, la femelle est caractérisée par son aspect tronqué en arrière et elle prend une teinte d'un brun plus foncé; elle peut encore se déplacer un peu, errant dans le voisinage immédiat du lieu de ponte et puis meurt au bout de quelques jours; vers la fin de leur existence les mâles qui étaient d'un vert clair au moment de la naissance et d'un vert foncé au début de l'âge adulte, deviennent d'un gris foncé bleuâtre.

Les femelles qui n'ont pas été fécondées, ainsi que le note Lignières, sont généralement incapables de pondre et leur existence se prolonge 20 à 30 jours après la 4e mue. Nous avons vu que parfois une 5e mue supplémentaire pouvait alors se présenter. D'après Lignières les sexués ou tout au moins les femelles pourraient augmenter légèrement de volume au cours de leur développement. J'ai eu également cette impression à un moment où je n'avais pas encore pris connaissance du passage que cet auteur consacre à cette question et le fait m'avait alors paru d'un sérieux intérêt; car les sexués ne se nourrissant pas, il faudrait admettre que, s'ils grossissent, c'est par synthèse aux dépens des gaz de l'air par un phénomène comparable à celui qui s'observe chez les végétaux. Toutefois, en montant à côté les unes des autres sur une même préparation les 4 mues d'une même femelle, ou les 3 mues d'un même mâle, et en répétant cette opération pour divers individus, je n'ai pu trouver de différences de taille appréciables entre

les mues successives, ce qui devrait se produire s'il y avait véritablement accroissement. Il est fort probable que l'impression de grossissement que donne la comparaison des premiers stades de la femelle avec les derniers, résulte de l'augmentation de volume de l'œuf à l'intérieur de son corps. Cette augmentation de volume de l'œuf est réelle mais elle se fait aux dépens des réserves du corps adipeux de l'insecte et la part que pourrait y prendre la fixation des gaz atmosphériques reste pour le moins problématique.

Fig. 34. — Trois œufs d'hiver fécondés pondus à l'intérieur d'une cagette de mousseline. [Gr. = 10,9]. (Ces œufs sont souvent accompagnés d'une légère sécrétion cireuse.)

L'œuf d'hiver déposé par la femelle fécondée a la forme d'un ovoïde allongé (fig. 34): il est d'abord de coloration rouge jaunâtre passant ensuite au brun rouge plus foncé; il est le plus souvent accompagné de filaments cireux assez clairsemés et le recouvrant plus ou moins. Lignières paraît avoir observé pour la première fois l'éclosion normale de ces œufs au printemps, vers la fin de mars ou au commencement d'avril. J'ai observé moi-même l'éclosion de nombreuses fondatrices à cette époque (1). Aux Etats-Unis c'est sur l'Orme américain que se trouvent généralement déposés les œufs d'hiver et c'est seulement sur ces arbres que les fondatrices arrivent à poursuivre leur évolution. En Europe, les œufs d'hiver sont pondus sur des arbres ou des supports impropres à l'évolution de la fondatrice et celle-ci, lorsqu'elle éclot, ne dépasse pas le premier stade.

V. — Action de l'Insecte sur la Plante

Ormes. — Nous avons précédemment décrit les déformations des bourgeons que le Puceron lanigère (*fundatrix* et *fundatrigeniae*) détermine en Amérique sur l'*Ulmus americana*.

Pommiers. — Bien que nous n'ayons aucune contribution nouvelle à apporter à cette question, nous croyons utile d'en fournir une mise au point, certains travaux français où elle se trouve traitée étant fort peu connus et étant restés ignorés des auteurs étrangers qui ont repris cette étude.

C'est sur la tige, les rameaux et les racines du Pommier que se trouvent

(1) D'après Mokrzecky (1896 p. 6), dans un appartement chauffé, les fondatrices sortirent des œufs 2 mois après la ponte. — R. Goethe, d'après Schneider-Orelli (1926, p. 53), aurait fait vers 1885 des observations de même ordre.

les lésions déterminées par le Puceron lanigère (1). Les tumeurs dont il provoque la formation ont été bien étudiées par Prillieux (1875, 1879) et

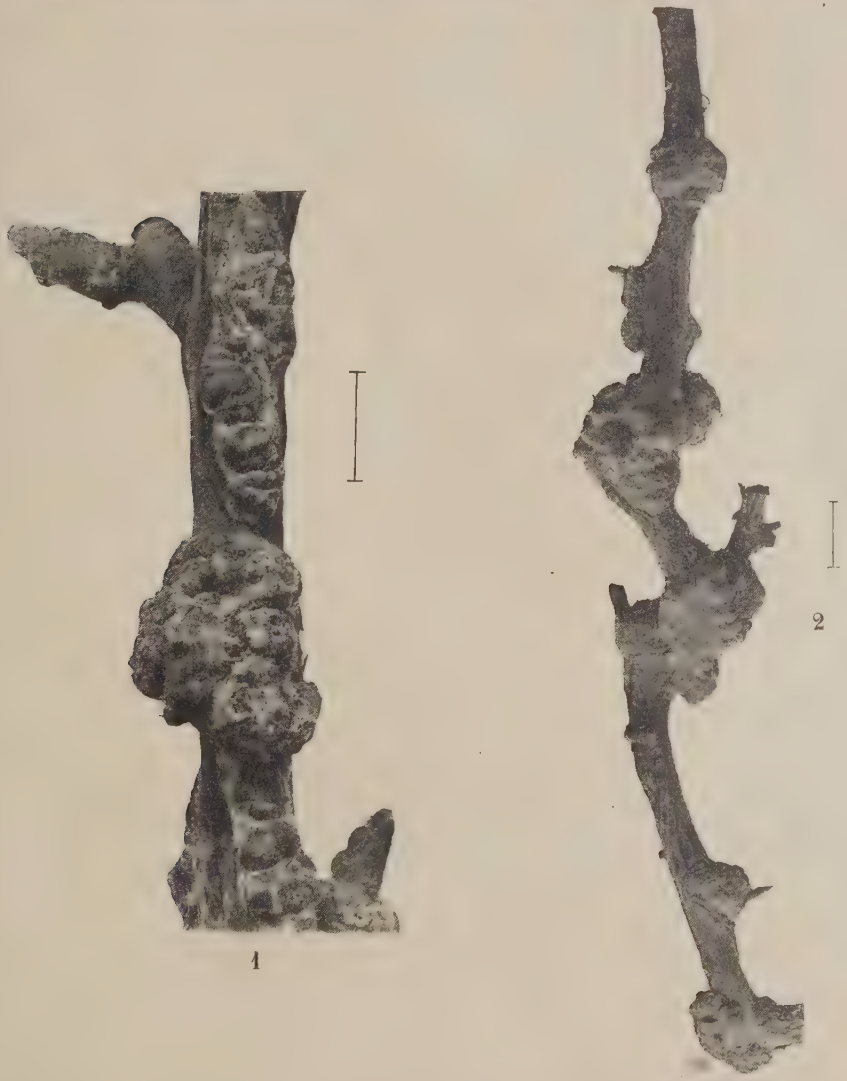


Fig. 35. — 1. — Tumeurs et lésions causées par le Puceron lanigère sur Pommier. [Gr. = 1,5 ; à droite un centimètre à la même échelle.]
2. — Tumeurs causées par le Puceron lanigère sur *Cratœgus pyracantha* (var. *Lalandi*). [Gr. nat.]

(1) Il ne s'attaque jamais au limbe de la feuille, mais peut parfois, en cas de fortes invasions, se fixer vers la base des pétioles ; sa présence a été rarement signalée jusque dans le cœur du fruit (Hewitt, 1913).

plus récemment par Arnaud (1918), aux travaux desquels on doit se reporter pour l'étude des altérations pathologiques qui sont ainsi déterminées. Rappelons d'abord que le suçoir de l'Insecte pénètre profondément dans les tissus et va atteindre plus spécialement les vaisseaux libériens, c'est-à-dire les éléments dans lesquels se trouve la sève élaborée.

Le rostre (lèvre inférieure) pénètre seulement par sa pointe dans la plante et le long suçoir formé par le faisceau styliforme et flexible des 4 soies rostrales se déploie alors hors du rostre pour s'enfoncer profondément dans les tissus jusqu'aux éléments libériens. Grâce à sa flexibilité, il peut être courbé dans toutes les directions. Lorsque le suçoir pénètre dans les tissus, l'Insecte à l'aide de sa pompe salivaire injecte sa salive dans la plante suivant un mécanisme très précis qui, étudié chez d'autres Hémiptères par divers auteurs, a été décrit en détails pour le Puceron lanigère et quelques autres Aphides par J. Davidson (1914). Sous l'influence de cette salive, une précipitation ou une coagulation se produit qui aboutit à la constitution d'une gaine tout autour du stylet. La gaine ainsi formée, qui paraît avoir été vue et décrite pour la première fois par Prillieux (1879) (1), persiste après que l'Insecte a retiré ses soies et par suite elle permet sur les préparations de suivre les divers trajets du suçoir. Aussi se divise-t-elle à l'extrémité, lorsque l'Insecte a piqué successivement dans des directions différentes.

Ainsi que le fait remarquer G. Arnaud (1918) et que le montre bien la figure 12 de son travail que nous reproduisons à la figure 36, l'étude des gaines permet de reconstituer les différentes phases de l'attaque d'un rameau de Pommier par un Puceron : « déviations imposées au suçoir par les amas de sclérenchyme péricyclique, tentatives diverses avec inflexions de la gaine dans diverses directions, enfin arrivée au but c'est-à-dire au liber où le suçoir s'est promené complaisamment à droite et à gauche, épuisant successivement la sève élaborée contenue dans les vaisseaux libériens rencontrés ». Arnaud pense que la gaine est une sécrétion de l'Insecte (2), peut-être voisine de la chitine ou de la soie et destinée à assurer l'étanchéité du suçoir. La gaine joue, d'après lui, le même rôle que les tubes métalliques que les puisatiers creusant un puits artésien glissent

(1) Le mémoire de Prillieux est resté inconnu à ceux qui ont étudié depuis la question de la pénétration des soies rostrales des Aphidés dans les tissus végétaux et les auteurs rapportent généralement à tort à Büsgen la découverte de la gaine formée autour des soies rostrales.

(2) Ainsi que le fait observer Arnaud, les réactions microchimiques connues pour cette gaine du suçoir seraient plutôt celles des substances albuminoïdes : Coloration jaune par l'iode (Prillieux), très forte coloration par le bleu coton, solubilité dans l'eau de Javel. Ajoutons la coloration en rouge foncé par le réactif de Millon notée par Büsgen chez divers Aphides. D'après Petri (cité par Davidson), la gaine pour le *Phylloxera vastatrix* est due à la précipitation de substances formées par la réaction de la salive sur les cellules et elle con-

autour de la sonde, au fur et à mesure que celle-ci s'enfonce, pour canaliser le liquide dans la traversée des couches perméables.

Chez *Aphis rumicis*, Davidson a constaté que le suçoir pénètre entre les cellules épidermiques et, sauf dans les tissus très jeunes, suit habituellement un trajet intercellulaire dans l'écorce, bien que certaines cellules puissent être traversées; la pointe du suçoir aboutit généralement à l'intérieur d'une cavité cellulaire. En raison de la délicatesse de l'organe perforateur des Aphides, les cellules sont peu lésées mécaniquement par le passage de cet organe et c'est surtout à l'action de la salive que sont dues les altérations pathologiques que l'on observe. La sécrétion exerce une action diastatique sur les hydrocarbonés insolubles de la plante et les change en sucres solubles (1).

Lorsque la salive entre en contact avec le contenu cellulaire, elle détermine une plasmolyse marquée et habituellement une migration du protoplasma du côté d'où vient l'irritation. Le contenu de la cellule se désorganise, le noyau se gonfle considérablement et peut se transformer en une masse homogène irrégulière se colorant fortement. [Davidson, observations se rapportant à *Aphis rumicis*]. L'action irritante de la salive se propage à distance et cause les altérations spéciales que provoque l'attaque du Puceron. Pour le Puceron lanigère, elles sont caractérisées par l'hypertrophie et la

siste en callose et en pectate de calcium, avec un dépôt de tanin à l'extérieur. D'après Davidson, qui a fait porter ses observations sur l'*Aphis rumicis*, la gaine se colore très bien en traitant les coupes pendant 24 heures dans une solution d'acide chlorhydrique à 22 % dans de l'alcool à 95° et en les portant ensuite dans une solution aqueuse de bleu de méthylène : cette réaction suggère la présence de substances pectiques. Sur les coupes on peut facilement colorer par la safranine les trajets correspondant aux passages du suçoir ; C. Crystal dont les observations ont porté sur les Chermes (*Dreyfusia Nusslini*) et qui a soumis la gaine et les tissus altérés à l'action d'un grand nombre d'agents chimiques et notamment à des enzymes protéolytiques (pepsine, trypsine), estime que la gaine est fondamentalement formée de substances albuminoïdes et que, si les substances pectiques sont présentes, ce n'est qu'en très faible quantité. (*Ph. Trans. R. Soc. London*, 1925, p. 37.)

(1) Petri a fait voir, pour le Phylloxéra, que l'amidon est transformé en sucre dans les cellules atteintes par l'Insecte ; Zweigelt (*Centralbl. f. Bakt. Parasitenk.*, XLII, 1914) a montré que, pour certains Aphides, il y a augmentation de teneur en sucre le long des trajets correspondant aux passages des stylets. Les grains d'amidon qui sont près du suçoir sont plus petits que ceux qui s'en trouvent éloignés. Enfin, en traitant par l'iode une plaque d'agar amidonnée sur laquelle il avait fait séjourner des glandes salivaires d'*Aphis rumicis*, Davidson a démontré que la salive de cet Insecte transformait l'amidon. — D'autre part J. Dewitz (*Zool. Anzeiger*, 1917, p. 389-396 et *Ann. Entom. Soc. Americ.*, Columbus, 1915, p. 343-346) a mis en évidence l'existence d'hémolysines dans la salive des Aphidiens, ces hémolysines étant de nature variable suivant les espèces de Pucerons.

transformation des tissus libériens et ligneux, l'écorce proprement dite ne participant pas à ces modifications : Dès l'année 1879, Prillieux en a donné la description suivante :

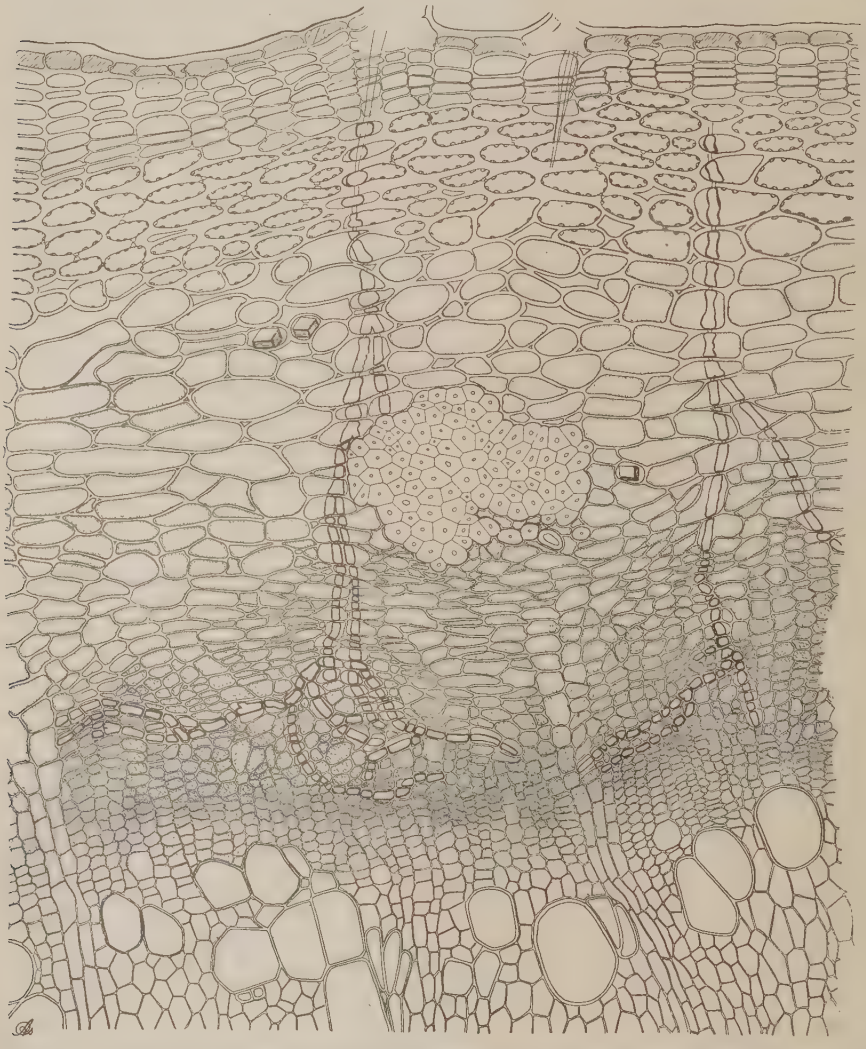


Fig. 36. — Coupe dans la partie externe d'un rameau de Pommier attaqué par le Puceron lanigère. [Gr. = 250.] Figure de G. Arnaud, extraite de son mémoire sur les Astérinées (Montpellier, 1918) et reproduite d'après le dessin original obligeamment communiqué par l'auteur. Au milieu, amas de sclérenchyme péricyclique faisant dévier le parcours d'une des gaines qui aboutit ensuite au liber en s'y divisant suivant les trajets successifs des soies du rostre.

« La masse du tissu morbide qui remplace le bois normal est molle et pulpeuse; elle est composée de grandes cellules, de forme ordinairement

assez variable, à parois très minces et lisses. Dans une tumeur où la formation de ce parenchyme est active, les cellules sont fort allongées et disposées en files rayonnantes qui s'étendent du bois sain voisin de la moelle jusqu'à l'écorce: souvent alors les files de cellules n'adhèrent plus les unes aux autres et elles laissent entre elles des vides en formes de fentes... Le plus souvent, l'hypertrophie excessive et toute locale du système ligneux (1) produit, au-dessous de l'écorce qui ne prend aucune part à cette surexcitation de croissance, une masse de tissu morbide qui, s'accroissant incessamment, déchire pour se faire place les tissus superficiels qui ne peuvent longtemps la contenir. L'écorce se crève alors par une fente longitudinale entre les deux lèvres de laquelle apparaît le tissu tuméfié qui forme directement au dehors une surface mamelonnée sur laquelle les Pucerons s'établissent commodément pour puiser les substances qui leur sont nécessaires... Le tissu tuméfié exposé à l'air et aux attaques des Insectes se recouvre d'une pellicule de périderme et continue de s'accroître, puis, quand la végétation s'arrête et que le froid se fait sentir, le parenchyme succulent de la tumeur meurt, se dessèche et se désorganise et, à la place qu'il occupait, se forme une cavité profonde qui pénètre de l'extérieur jusqu'au cœur de la branche... Quant au printemps la végétation se réveille, il se forme autour de la plaie qu'occupait la tumeur un bourrelet, comme il s'en produit sur le bord de toute plaie faite à une branche vivante. » Les Pucerons, dont un certain nombre ont pu passer l'hiver dans les cavités de la tumeur, enfoncent leur suçoir dans le bourrelet cicatrisé naissant, qui est formé d'un nouveau tissu jeune et gorgé de sucs et « ils y font apparaître de nouvelles tumeurs qui, en se développant, se pressent les unes contre les autres et produisent les gros renflements crevassés et bosselés que l'on connaît, qui déforment les branches et nuisent fort à la végétation des arbres, mais qui ont pour l'Insecte un double avantage : il y trouve au fond des fentes une protection et un abri pendant l'hiver et à la surface sur les bourrelets renaissant d'année en année, à la limite des vieilles tumeurs, une pâture toujours assurée. » (Prillieux, p. 47.)

Des observations très analogues à celles de Arnaud (1918) sur les trajets des soies rostrales au travers des tissus de la tige ont été faites d'autre part par Staniland (1924) qui n'a pas eu connaissance du travail de son devancier (2). Les coupes furent faites sur diverses variétés et toujours les

(1) Le liber est compris également dans les tissus altérés.

(2) Staniland faisait ses préparations de la façon suivante : Les fragments de tige portant les Pucerons étaient plongés dans le liquide fixateur :

Solution saturée de sublimé corrosif dans eau distillée..... } parties égales.
Alcool à 70°.....

Ce liquide était employé à chaud. Inclusion dans la paraffine à 58 C. — Coupes au microtome. — Coloration des coupes pendant 1/2 heure à 3 heures suivant les cas, avec la safranine Grubler 0 (Parties égales de solutions saturées dans l'alcool absolu et dans l'eau distillée. Nouvelle coloration par l'hématoxyline d'Erlich, 1 minute).

résultats obtenus furent les mêmes: Les stylets pénètrent dans le tissu libérien (phlem), mais ne vont jamais jusqu'au cambium dont ils restent séparés par 3 ou 4 cellules. Les trajets suivis par les soies sont sinueux, de sorte que,

Fig. 37. — Tumeurs de Puceron lanigère sur racines de Pommier. [Réduct. légère : le trait à droite figure 1 centim. à la même échelle.]

le plus souvent, un même trajet se trouve intéressé pour des coupes de 8μ par 2 à 5 coupes consécutives; ils passent toujours entre les masses de sclérenchyme et souvent les contournent en se recourbant (ainsi que Arnaud l'avait déjà constaté).

Le processus de la formation de la galle du Lanigère est interprété par Staniland (1924) de la façon suivante: Il est à peu près certain que l'action de la sécrétion salivaire s'exerce sur le cambium, provoquant la division des cellules suivant un mode de succession plus rapide que de coutume. Quoique les stylets du rostre n'atteignent pas tout à fait le cambium, le petit nombre des cellules libériennes qui s'interposent entre les extrémités de ces stylets et le cambium ne peut constituer une barrière à la salive qui les traverse. Les cellules résultant de cette division rapide sont considérablement plus grandes que les cellules normales et ce sont elles qui constituent le tissu gallaire. Plus tard les rayons médullaires sont eux-mêmes affectés et participent aussi à la formation des tissus gallaires et il en résulte qu'une partie du tissu ligneux (*xylème*) semble avoir été supprimée. Sur une coupe colorée par la safranine, le tissu gallaire qui s'est substitué au xylème est rendu très apparent : il se détache en effet en clair sur le fond coloré. Les vaisseaux ligneux sont épars dans le tissu gallaire. Un peu plus tard, les cellules des masses de sclérenchyme perdent leur cohésion, et elles aussi s'éparpillent alors dans le tissu gallaire.

Enfin sous la pression déterminée par l'activité exagérée du cambium, les cellules de la galle se désagrègent et toute la partie interne devient pulpeuse, l'ensemble de toutes ces modifications tissulaires ne pouvant que favoriser la succion des Pucerons.

Variation de la réaction suivant la nature de l'hôte intermédiaire. — Les diverses variétés de Pommiers réagissent d'une façon inégale à l'attaque du Puceron lanigère, certaines développant des galles beaucoup plus volumineuses et plus nombreuses que les autres. Staniland (1923) avait pensé pouvoir trouver dans cette circonstance un critérium pour apprécier le degré de résistance des différentes espèces ou variétés, la plante étant considérée comme d'autant plus susceptible qu'elle réagissait par la production de galles de plus grande taille. A lui seul ce facteur ne peut cependant pas être utilisé comme critérium et Le Pelley (1927, p. 220) a montré que certaines variétés nettement plus résistantes que d'autres produisent pourtant en peu de temps des galles beaucoup plus grosses que celles qui apparaissent sur ces dernières.

Dommages causés aux Pommiers. — Le Puceron lanigère est connu comme étant l'un des plus redoutables ennemis des Pommiers et comme rendant souvent difficile la culture de certaines variétés sensibles très estimées pour la valeur de leur fruit telles que le Calville blanc. L'attaque répétée peut entraîner le dépérissement des arbres en deux ou trois années. C'est dans les pays où l'Insecte se propage facilement sur les racines que l'on constate les dépérissements les plus graves et les plus rapides. A moins d'adopter l'usage des porte-greffes résistants, la lutte contre l'Insecte devient alors extrêmement difficile. En dehors du dommage direct résultant de la

soustraction de sève qu'il détermine, de la salive toxique qu'il injecte et des tumeurs ou des plaies qu'il provoque, le Puceron lanigère cause en outre souvent un dommage indirect à la plante en ouvrant des voies de pénétration aux spores du *Nectria ditissima*, Champignon qui est l'agent infectieux du redoutable chancre du Pommier. Descours-Desacres (1901) paraît avoir été le premier à mettre en évidence le fait précédent qui a été confirmé ou précisé par des observations plus récentes [Blomfield (1905), Theobald (1909), Davidson (1913), Wiltshire (1919)].

VII — Plantes nourricières. Immunité et résistance de l'Hôte à l'attaque du Puceron lanigère

Hôtes du Lanigère en Amérique. — Ainsi que nous l'avons vu l'hôte primaire du Puceron lanigère est dans sa patrie d'origine (Amérique du Nord) l'*Ulmus americana* sur lequel a lieu la reproduction sexuée.

Les plantes susceptibles à l'état sauvage de jouer le rôle d'hôtes intermédiaires sont dans le même pays diverses espèces de Pommiers sauvages (« Crab apples »), le *Sorbus* (*Pirus*) *americana* (« Mountain Ash ») et certains *Crataegus* indigènes notamment *Crataegus Crus-galli* L. et *Crataegus punctata* Jacq. En ce qui concerne les Pommiers sauvages, il est regrettable que les auteurs américains qui se sont occupés de la question ne donnent aucune indication sur la détermination botanique des espèces atteintes par le Puceron et sur la résistance plus ou moins grande de ces espèces à son attaque. Si nous nous reportons à l'étude très documentée faite par A. Chevalier (1921) sur les Pommiers sauvages (1) et qui sont désignés en Amérique sous le nom général de « Crabs », ceux qui, d'après leur fréquence ou leur répartition, paraîtraient susceptibles dans ce pays de jouer un certain rôle comme hôtes intermédiaires du Puceron lanigère seraient le *Malus coronaria*, le *Malus angustifolia*, le *Malus ioensis* et le *M. rivularis*. Les renseignements précis à cet égard paraissent toutefois assez rares (2).

(1) A. Chevalier. — Recherches biologiques sur les Pommiers et spécialement sur les Pommiers à cidre (*Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture coloniale*, I, p. 164, 1921).

(2) Börner mentionne le *Malus* (*Pirus*) *coronaria* et le *Malus* (*Pirus*) *rivularis* comme pouvant être attaqués par le Puceron lanigère; mais il n'indique pas s'il s'agit d'observations faites en Europe dans des parcs ou des jardins botaniques, ou bien s'il s'agit de données d'origine américaine.

Le *Malus coronaria* (L.) Miller, qui est le « Garland Crab » des Etats-Unis du Nord, vit dans les clairières (Etats de New-York, du Michigan, du Missouri, du Kansas). Le *Malus angustifolia* (Ait) Mich. (= *Malus sempervirens* Desf.) croît dans les terrains siliceux (Pensylvanie jusqu'au Tenesee et jusqu'au Sud de la Floride et de la Lousiane); le *Malus joensis* (Wood) Britton, voisin de *M. coronaria* est le « Prairies states Crab »; le *Malus rivularis* (Douglas) Koehne (= *Malus fusca* Sargent), souvent désigné à tort sous le nom de *Pirus Toringo* (qui

Parmi ces hôtes intermédiaires divers qui peuvent héberger le Puceron lanigère dans son pays d'origine, il serait intéressant de savoir si tous sont équivalents pour assurer le cycle dioecique complet de l'espèce et si, après s'être multipliée parthénogénétiquement sur certains de ses hôtes, l'espèce ne perd pas plus ou moins vite ou d'une façon plus ou moins complète sa faculté de fonder par voie sexuée des lignées viables sur l'Orme américain. Si l'on reconnaissait par exemple que ce sont les ailés sexupares issus des *Crataegus* ou des *Sorbus* qui réussissent le mieux à donner des lignées viables sur l'Orme, on comprendrait que le Puceron lanigère en se multipliant presque uniquement sur le Pommier perde en Europe la faculté d'achever sur l'Orme son cycle dioecique. En dehors de cette question d'équivalence au point de vue du cycle dioecique, il y aurait aussi à rechercher quelles sont les variations du pouvoir reproducteur de l'Insecte suivant la nature de ses différents hôtes intermédiaires. Davidson a en effet mis en évidence pour *Aphis rumicis* que la puissance reproductrice de l'Insecte pouvait varier beaucoup suivant la plante sur laquelle il se trouvait et, au Japon, Monzen, pour le Puceron lanigère lui-même, a montré que suivant les variétés de Pommiers mises en expérience, les écarts étaient à ce point de vue considérables. Dans une direction de recherches voisine de la précédente, quelques essais ont été faits aux Etats-Unis par Becker pour voir s'il n'y aurait pas deux races de Pucerons lanigères, l'une vivant sur les Pommiers, l'autre vivant sur les *Crataegus*. Or, Becker constata, 1° que les aptères provenant du Pommier peuvent s'établir sur les *Crataegus* mais moins facilement que sur le Pommier lui-même; 2° que les aptères provenant des *Crataegus* peuvent se fixer sur les Pommiers quoiqu'ils ne s'y établissent pas apparemment aussi facilement que les aptères venant du Pommier lui-même; 3° que la contamination des *Crataegus*, même avec du matériel venant de *Crataegus*, réussit beaucoup moins facilement que la contamination de Pommiers avec matériel venant de Pommier.

Il en résulte que les *Crataegus* ont relativement plus de résistance que les Pommiers, et il paraît en découler aussi (bien que Becker ne donne pas de conclusion sur ce point) qu'il y a, pour le Puceron lanigère, une tendance à la formation de deux races, l'une sur les *Crataegus*, l'autre sur le Pommier. (1)

a été donné à des espèces diverses notamment d'origine asiatique), est spécial à la partie occidentale de l'Amérique du Nord et se rencontre de l'Alaska jusqu'au Nord de la Californie. Il est vulgairement connu sous les noms de « Oregon Crab », et « Creek Pirus » ; c'est le plus grand des Pommiers sauvages américains, atteignant souvent 7 à 13 mètres de haut. [D'après Aug. Chevalier].

(1) Ce qui se passe en Europe où, d'une façon tout à fait locale, le Puceron lanigère apparaît et se maintient sur des plantes où on ne le rencontre pas habituellement (*Crataegus*, *Cotoneaster*) donne aussi des arguments en faveur de cette manière de voir.

Rappelons d'ailleurs qu'en Amérique la question de savoir si l'*Eriosoma* qui vit sur les *Crataegus* ne constituerait pas une espèce distincte a été discutée et que Oestlund en 1887 a désigné cette forme sous le nom d'*Eriosoma crataegi*. Mais il a lui-même renoncé à cette manière de voir (d'après Edith Patch 1912) et les différences qui ont été signalées par J.J. Davis (1910), par Baker (1915) et par Becker (1918) dans les moyennes obtenues pour les mensurations des articles de l'antenne (1) ne permettent guère de conclure à des variations ayant un caractère spécifique.

Hôtes du Puceron lanigère dans l'Ancien Monde. — Le Puceron lanigère faisant défaut en Europe sur les Ormes (hôtes définitifs), il ne sera question dans ce qui suit que des hôtes intermédiaires. En dehors des Pommiers qui constituent les plantes d'élection pour le Puceron lanigère, on peut rencontrer localement et assez rarement cet Insecte sur d'autres arbres ou arbustes de la même famille. Aux environs d'Orléans je l'ai trouvé sur *Cratagus pyracantha* (fig. 35 B) et sur *Cotoneaster horizontalis*. L'attaque était tout à fait localisée sur des arbustes isolés qui étaient d'ailleurs fortement atteints et surchargés de tumeurs. D'après Géhin (Metz, 1860), le Puceron lanigère peut se rencontrer sur le Sorbier, l'Alizier et l'Aubépine, mais il ne provoque par sur ces arbres la formation de tumeurs. Par contre Mordvilko, qui a observé parfois le même Insecte sur l'Aubépine (*Crataegus oxyacantha*) dit qu'il peut alors y provoquer la formation d'excroissances de la grosseur du poing. Jusqu'ici je n'ai pas observé en France le Lanigère sur cette essence. Ainsi que d'autres auteurs, j'ai, à diverses reprises, constaté la multiplication du même Insecte sur les Poiriers, notamment sur ceux qui sont voisins de Pommiers très attaqués. Le Doyenné d'Hiver est particulièrement sensible à cet égard, et pendant plusieurs années, au Plessis-Piquet (Seine), j'ai pu constater le développement de colonies abondantes avec formation normale d'ailés à l'automne sur des Doyennés d'hiver en espalier voisins de Calvilles blancs qui eux-mêmes étaient fortement attaqués. L'examen microscopique démontra que les caractères étaient bien ceux d'*Eriosoma lanigerum* et non ceux d'*Eriosoma lanuginosum*. Une attaque aussi persistante est d'ailleurs exceptionnelle sur le Poirier. Les arbres ne parurent pas réagir par la formation de tumeurs. Hugo Thiem (1924) a signalé aussi une forte attaque du Puceron lanigère sur des Poiriers Louisebonne d'Avranches en espalier, greffés sur *Pirus communis*, voisins de Pommiers attaqués. D'autres Poiriers de même variété, mais greffés sur Cognassiers et se trouvant dans des conditions identiques étaient exempts. Le même auteur cite des cas où le Puceron lanigère se trouvait très abondant

(1) D'après Baker et Becker les articles 5 et 6 des ailés sont proportionnellement et en moyenne plus longs dans la forme *Crataegi;* mais il y a de grandes variations à cet égard.

sur Beurré d'Hardenpont et Winter-Dechant. Le développement des galles était considérable. Il mentionne aussi comme pouvant être occasionnellement contaminés: Bergamotte Esperen, Belle de la Stresa, etc. A la suite des observations de Kosmiel (1), il attache, pour la réalisation de ces diverses infections, une importance considérable au porte-greffe.

Le Puceron lanigère a été aussi, mais rarement, signalé sur le Cognassier (Valéry Mayet, Thiele, Börner). Cet arbre est d'ailleurs très résistant; il ne réagit pas par la formation d'excroissances et le Puceron ne s'attaque qu'au jeune bois. Pour ma part, je ne l'ai jamais observé sur cet arbre, qui est pourtant très abondant aux environs de Paris, notamment en des localités où le Puceron lanigère se multiplie beaucoup sur les Pommiers.

Dans mon jardin, j'ai planté depuis plusieurs années des arbres ou arbustes qui, en Amérique, sont, en dehors des Pommiers, les hôtes intermédiaires les plus fréquents du Puceron lanigère, notamment *Sorbus* (*Pirus*) *americana* et *Crataegus crus-galli;* de vieux Cognassiers et des Aubépines de toutes tailles y existent d'autre part en abondance; enfin, dans de grandes cages, en mélange avec des Pommiers attaqués par le Puceron lanigère, j'ai planté des Crataegus de divers espèces (*C. crus-galli, C. pyracantha, C. oxyacantha*), des Sorbiers divers (*Sorbus americana, S. aucuparia*), des Cotoneaster (*C. Franchéti*) et jamais, même en établissant par des liens un contact intime entre des rameaux de Pommiers contaminés et les plantes mises en observation, je n'ai pu constater l'établissement de colonies sur ces végétaux.

Le passage du Puceron lanigère sur les *Crataegus, Sorbus, Cotoneaster* ne doit donc se faire que dans des conditions très spéciales et assez rares en Europe, ainsi qu'en témoigne d'ailleurs le petit nombre de cas dans lesquels on trouve, soit dans la nature, soit dans les parcs, ces végétaux contaminés. Il importe d'autre part de faire ressortir que la réciproque de ce qui précède ne paraît nullement se vérifier. Car, si l'on se trouve en présence d'un des cas assez exceptionnels où le Puceron lanigère se multiplie sur une des plantes précitées, il semble facile de le faire passer de cette plante sur le Pommier. C'est tout au moins ce qui s'est produit au cours de l'expérience dont voici le compte rendu :

Au cours du mois de Mai 1926 à Ville d'Avray (S.-et-O.), on me signale l'existence, au bord d'une pièce d'eau, d'un *Cotoneaster horizontalis* envahi par le Puceron lanigère. Le 26 Mai, de nombreux rameaux de cette plante sont recueillis à l'aide du sécateur. Ils portent (à leur face inférieure surtout) de très nombreuses tumeurs qui sont recouvertes d'une blanche toison formée par des colonies de Pucerons extrêmement populeuses. Le lendemain ces

(1) Von Einfluss der Unterlage (*Prov. Sächs. Monatschr. für Obst., Wein und Garten-bau* 1904, N° 4)

rameaux sont utilisés à Antony pour des essais de contamination sur les arbustes suivants qui se trouvent en pleine terre dans les planches réservées aux expériences :

1° Un jeune Pommier et un *Cotoneaster Francheti*, les deux plantes se touchant et placées sous une même cage.

2° Un *Crataegus crus-galli*, un *C. oxyacantha* et un *C. Lalandei* tous trois se touchant : la tige principale du premier est rapprochée de quelques rameaux qui émanent des deux autres et le tout est maintenu par un lien dans un manchon de gros papier d'emballage; dans le même manchon se trouve en outre glissé un rameau coupé de *Cotoneaster* chargé de Pucerons lanigères.

3° Un jeune *Sorbus americana* et un jeune Pommier voisins l'un de l'autre; la tige du Pommier est infléchie de façon à toucher le tronc du Sorbier et à s'accoler parallèlement à lui; puis le tout est enveloppé avec les rameaux coupés contaminateurs de *Cotoneaster* dans deux manchons de fort papier placés à des hauteurs différentes.

4° Un *Crataegus crus-galli* et un Pommier, le dispositif adopté étant semblable au précédent.

Sur ces divers sujets, des entailles assez nombreuses, dirigées pour la plupart de bas en haut sont faites au canif, principalement au niveau de la naissance des branches et en dessous des nœuds de façon à faciliter la fixation des Insectes.

Les jours suivants, des jeunes larves et des Pucerons de toutes tailles émigrèrent en très grand nombre des rameaux coupés de *Cotoneaster horizontalis;* au fur et à mesure de leur dessèchement ils abandonnaient ces derniers et se répandaient dans toutes les directions sur les branches des sujets en expérience. Les résultats furent les suivants : Ni sur le *Sorbus americana,* ni sur aucune des trois espèces de *Crataegus,* ni sur le *Cotoneaster Francheti,* il n'y eut trace de fixation du Puceron lanigère, tandis que de fortes colonies de cet Insecte se formèrent en moins d'une quinzaine de jours sur les trois Pommiers mis en observation.

Ainsi le fait pour le Puceron lanigère d'avoir pu se fixer et vivre pendant un bon nombre de générations sur le *Cotoneaster horizontalis* (à la faveur de conditions restant indéterminées) n'a pas désaffecté cet Insecte du Pommier, et de plus il a continué, en dépit de son évolution antérieure sur le *C. horizontalis,* à se montrer inapte à contaminer d'abord une plante d'affinités très voisines (*Cotoneaster Francheti*) et ensuite des plantes sur lesquelles on le trouve en Amérique telles que *Sorbus americana* et *Crataegus crus-galli.*

Deux interprétations se présentent à l'esprit pour rendre compte de

l'immunité vis-à-vis du Puceron lanigère que présentent en France des plantes qui sont susceptibles d'être envahies en Amérique par cet Insecte. La première serait la suivante : Le Puceron lanigère habitué à vivre en Europe depuis de très nombreuses générations sur le Pommier a perdu son aptitude originelle à passer sur les autres espèces qui à titre d'hôtes intermédiaires sont susceptibles de l'héberger en Amérique ou, en tout cas, il n'arrive à réaliser ce passage que dans des conditions exceptionnelles.

La seconde interprétation reposerait par contre sur une hypothèse assez différente. Elle consisterait à admettre que les émigrants ailés sortant des galles de l'Orme (*Ulmus americana*) ont, ainsi que leurs descendants directs une aptitude plus grande à se fixer sur les *Sorbus* et les *Crataegus* que les aptères faisant partie de lignées ayant évolué sur le Pommier. Les galles de l'Orme dues au Puceron lanigère n'existant pas en France, l'inaptitude du Puceron lanigère à se développer sur les *Sorbus* et les *Crataegus* ou la grande difficulté qu'il éprouve à le faire se trouverait dès lors expliquée. Il y a là une question qui ne pourra recevoir de solution définitive qu'à la suite d'observations ou d'expériences nouvelles faites principalement en Amérique. Il serait particulièrement intéressant de rechercher si dans ce pays les émigrants ailés venant des rosettes de l'*Ulmus americana* n'ont pas une aptitude plus grande à contaminer les *Crataegus* ou les *Sorbus* qu'une lignée s'étant multipliée pendant longtemps par parthénogénèse exclusive sur le Pommier.

En dehors de l'aptitude plus ou moins grande que peut présenter l'Insecte à se fixer sur telle ou telle espèce de plante, nous rappellerons ici qu'il existe un autre facteur qui peut intervenir dans la répartition du Puceron lanigère sur les divers végétaux susceptibles de lui servir d'hôtes intermédiaires : c'est la variabilité que présente son pouvoir reproducteur suivant la plante sur laquelle il évolue et qui a été récemment démontrée par Monzen (voir page 53). Il ne paraît guère douteux que cette variabilité du pouvoir reproducteur suivant l'hôte qui porte le Puceron lanigère devra être mise en ligne de compte lorsqu'il s'agira d'évaluer l'efficacité des parasites ou des prédateurs qui vivent aux dépens de cet Insecte : c'est ainsi que dans de grandes cages d'élevage interdisant l'accès des prédateurs indigènes, j'ai vu l'*Aphelinus mali* tantôt suffire pour enrayer la multiplication progressive du Puceron pendant l'été, tantôt être entièrement débordé par l'intensité de sa multiplication; or, dans ce dernier cas, les Pommiers mis en expérience appartenaient à des variétés particulièrement sensibles et réagissaient à l'attaque par la formation de galles nombreuses et volumineuses favorables à la nutrition du Puceron.

Résistance des différentes espèces ou variétés de Pommiers au Puceron lanigère. — Cette question est par ses conséquences pratiques d'un très grand intérêt. Elle est sur la voie d'être scientifiquement résolue et, si incom-

plètes qu'elles puissent être, il importe de donner quelques indications à cet égard.

D'une façon générale, lorsqu'il s'agit d'une question de résistance des végétaux à l'attaque des Insectes, deux types peuvent être envisagés :

Dans le premier type, la plante est attaquée par l'Insecte qui peut même s'y multiplier, mais sans que cette plante ait à en souffrir notablement (cas des Vignes américaines résistantes au Phylloxéra).

Dans le second type, la plante ne livre pas prise à l'Insecte, elle n'est pas susceptible d'être envahie par lui, ou s'il s'y installe par hasard, il ne peut s'y maintenir et s'y perpétuer. On peut dire alors que la plante jouit de l'immunité vis-à-vis de l'Insecte considéré.

Une étude méthodique de la résistance des Pommiers au Puceron lanigère doit porter d'abord sur les espèces sauvages des différentes parties du monde, espèces ayant servi de souches à nos variétés cultivées. Après avoir établi une échelle de résistance, il y aurait à voir si ses différents degrés (1) correspondent à des groupements de Pommiers présentant des caractères génétiques définis, comme Vavilov l'a signalé par exemple pour diverses espèces d'*Avena* dans leurs rapports avec les Rouilles.

Les différentes formes d'Eriosomiens étant justement très spécialisées dans leur parasitisme, il conviendrait aussi de rechercher si les règles posées par Vavilov pour la résistance des variétés aux Champignons parasites sont valables pour ces Insectes.

L'Amérique du Nord étant la patrie d'origine du Puceron lanigère, c'est là, théoriquement tout au moins, que l'on devrait s'attendre à rencontrer les espèces ou variétés sauvages de Pommier présentant une résistance relative à l'attaque de l'Insecte; mais, d'autre part, étant données les formes spécifiques très diverses sous lesquelles se présente dans le monde le genre *Malus*, il est fort possible qu'il existe ailleurs qu'en Amérique des formes résistantes au Puceron lanigère et qui doivent cette qualité à des particularités structurales ou physiologiques n'ayant rien à faire avec une adaptation.

Pour les Pommiers sauvages d'Amérique, tout ce que nous savons, c'est que le *Malus coronaria* et le *Malus rivularis* sont attaqués, sans que le degré

(1) La détermination des degrés de résistance est particulièrement délicate, en raison des facteurs multiples qui interviennent et des conditions de milieu qui peuvent accélérer ou enrayer la multiplication du Lanigère. L'intensité avec laquelle le végétal réagit pour produire des galles ne peut être utilisée comme critérium.

L'étendue des colonies à la surface de la plante, en les mettant à l'abri des influences adverses et en particulier des prédateurs fournit un meilleur élément d'appréciation, à condition de multiplier les observations sur des lots assez importants de mêmes variétés (Le Pelley, 1927).

de leur sensibilité ait d'ailleurs été précisé (Börner). Je n'ai pu avoir aucune donnée au sujet de *Malus angustifolia* (*sempervirens*) et de *M. ioensis* (1).

En ce qui concerne les espèces de Pommiers du Vieux-Monde, j'ai pu constater que le *Malus silvestris* Mill. (= *Malus acerba* Mérat) qui existe à l'état spontané dans beaucoup de forêts d'Europe (2) et qui constitue l'une des souches principales de nos Pommiers domestiques, était assez facilement contaminé par le Puceron lanigère. Parmi les Pommiers asiatiques, il semble que l'on doive mettre au nombre des très attaquables le *Malus dasyphylla* Borkh., qui est spontané en Asie Mineure et au Turkestan : c'est la forme qui paraît avoir le plus contribué à constituer nos variétés cultivées, toutes assez artificiellement groupées sous le nom de *Malus domestica* et parmi lesquelles beaucoup sont fort sensibles à l'attaque du Puceron lanigère. On sait d'autre part que les Pommiers doucins (*Malus exigua* Duhamel) et les Pommiers paradis [*Malus paradisiaca* (L.) Auct. = *Malus pumila* Mill. *Malus praecox* (Pall.) Borkh.] utilisés comme porte-greffes sont parmi les plus sujets à l'attaque du Puceron lanigère. Or, si nous nous reportons au travail déjà cité de Chevalier, le Doucin serait une forme de transition reliant le *Malus dasyphylla* au Pommier Paradis et ce dernier se relierait au *Malus Sieversii* d'Asie Mineure, dont il ne serait peut-être qu'une forme cultivée occidentale.

D'autres Pommiers d'origine asiatique ont été mentionnés comme susceptibles d'être attaqués par le Puceron lanigère: tels sont d'après Börner le *Malus baccata* L. et le *Malus floribunda* [variété horticole hybride (?) de *M. Sieboldi* et de M. *baccata*] (3). Le Pommier d'Api qui paraît dérivé de ces Pommiers microcarpes d'Asie est d'ailleurs attaquable, à un degré toutefois assez limité. Au Japon, le *Malus prunifolia* Borkh., connu dans ce pays sous le nom de Marubakaido, est exempt du Puceron lanigère et est utilisé d'après Monzen comme porte-greffe.

La résistance des variétés cultivées du Pommier au Puceron lanigère est très inégale. Ce fait est d'ailleurs bien connu des arboriculteurs. On sait

(1) Par mon collaborateur B. Trouvelot, actuellement en Amérique, je viens de recevoir (avril 1928) des rameaux des espèces suivantes : *M. rivularis* (= *M. fusca*), *M. platycarpa*, *M. glaucescens*, *M. glabrata*, *M. coronaria*, *M. bracteata*, *M. lancifolia*, *M. angustifolia*, *M. ioensis*, *M. Soulardi*. Ils ont aussitôt été utilisés pour le greffage, ce qui permettra de les éprouver au point de vue de leur résistance.

(2) D'après Aug. Chevalier (loc. cit.) cette espèce était très abondante au Moyen Age et était utilisée alors pour donner un cidre de qualité inférieure : elle se raréfie de plus en plus. Dans l'Aube les paysans désignent les Pommiers sauvages (*Malus silvestris*) sous le nom de Pomates ; on les appelle Bosquets dans la Seine-Inférieure. Aux environs de Paris, ils sont communs dans les forêts de Fontainebleau, de Rambouillet, de Sénart, etc.

(3) Duriez (Pomologie française, novembre 1923) signale aussi une forte attaque du Puceron lanigère à Nancy sur les Pommiers d'ornement (*Malus baccata* L.). L'invasion du Lanigère parut ensuite céder devant une excessive multiplication de *Mytilaspis pomorum*.

par exemple que le Calville blanc, Belle fleur jaune, la Rambour-reinette, la Reinette de Caux comptent parmi les variétés les plus attaquées. Muhlberg et Kraft (1855), en Suisse, ont mentionné comme très sensibles (en dehors de certaines des précédentes) la Parmaine anglaise, la Reinette de Cassel, la Reinette de Bâle-Campagne (Mistapfel). En Angleterre Staniland indique comme très sensibles: Cox's Orange Peppin, Bramley Seedling, James Grieve, Early Victoria. D'après les expériences de Le Pelley (1927), Beauty of Bath serait encore plus susceptible que ces dernières.

Par contre la Reinette Baumann, le Grand Alexandre, Pea-Good-Non-Such, Court-Pendu, Borowitsky, la Transparente de Cronceel (1) sont en général considérées comme résistantes ou peu attaquables.

Dans le vieux mémoire de Blot (Colleville-sur-Orne, 1830), où il n'est guère question que des grands Pommiers à cidre, on lit que plus les Pommiers portent des fruits sucrés, plus ils sont exposés aux atteintes du Puceron lanigère et qu'au contraire, plus ils sont insipides, âcres, acides et surtout amers, moins ils sont exposés aux ravages de l'Insecte. « Les Pommiers à fruits très aqueux et peu sapides, comme le Bedan, la Bouteille, le Gros-Bois, etc., craignent peu ces Insectes; mais ceux à fruits sucrés, tels que le Marin-Onfroy, le Coing, la Belle-Fille, le Pépin-Doré, la Peau-de-Vache, le Blanchet, le Doux-Evêque, etc., les attirent et les fixent tellement que souvent, ils en sont entièrement couverts, à côté d'autres qui n'en présentent pas un seul. » Blot rapporte à cet égard une observation qu'il a faite sur un Pommier dont la tête était formée d'une greffe douce et de deux amères. Or, les branches de la première, quoique entrelacées parmi celles des secondes étaient seules en proie aux ravages du Lanigère. Plus loin, Blot complète encore ce qui précède par les observations suivantes : « Les Pommiers à fruits amers et un peu âcres (le Feuillard, l'Amer-Doux-de-Cheux, la Treille, etc.) sont les moins exposés aux Mysoxyles (Lanigères). Dans les jardins, les meilleures reinettes sont celles qu'ils préfèrent. »

Variations du degré de résistance pour une même variété. — Sauf pour quelques variétés qui semblent reconnues à peu près partout comme très sensibles à l'attaque du Lanigère, ou au contraire comme jouissant vis-à-vis de lui d'une immunité assez grande, il est fort difficile et peut-être impossible de donner sur le degré de résistance des divers Pommiers horticoles

(1) Staniland (1924) en Angleterre, regarde cette variété comme jouissant de l'immunité. Sur ce point ses observations ne concordent pas avec les miennes; car, bien qu'elle jouisse dans les cultures d'une résistance relative, j'ai pu l'infecter assez aisément et d'une façon durable, l'arbre étant protégé sous un abri grillagé. Les horticulteurs des environs de Paris qui ont bien voulu me renseigner à cet égard considèrent aussi la Transparente de Cronceel comme pouvant être dans certains cas contaminée.

des indications également valables pour toutes les régions. Les listes qui ont été dressées dans divers pays fournissent d'ailleurs assez souvent des données tout à fait contradictoires (1). Il est fort possible que des confusions d'étiquetage ou des déterminations insuffisantes soient à l'origine de certaines d'entre elles. Mais il n'est pas nécessaire d'invoquer en toutes circonstances de telles causes d'erreur. De nombreux facteurs peuvent en effet entrer en ligne de compte pour modifier le degré de résistance d'une variété par rapport à une autre. Le sol, le climat, la nature du porte-greffe (attaquable ou non et par suite facilitant ou entravant la formation des réserves de Pucerons au collet ou sur les racines), le mode de culture ou de taille peuvent intervenir à cet égard et leurs variations sont susceptibles de changer dans une notable mesure l'ordre de classement des diverses variétés dans une échelle de résistance.

On sait, par exemple, (Monzen, 1927), que l'acidité du sol est défavorable à la multiplication du Puceron lanigère. Il est d'autre part de connaissance courante que, toutes conditions égales d'ailleurs, les Pommiers cultivés dans les vergers (cordons espaliers) et taillés chaque année sont de beaucoup plus atteints que les arbres de plein vent et jamais taillés. Les Pommiers à cidre à fruits peu sucrés dont la végétation reste en même temps entièrement libre se trouvent ainsi réunir d'excellentes conditions de résistance.

Parmi les circonstances pouvant créer des difficultés pour l'établissement d'une échelle de résistance, on devra aussi prévoir la possibilité de l'existence dans diverses régions ou évoluant même parallèlement dans une localité donnée de lignées génétiques du Puceron lanigère se distinguant héréditairement par une virulence plus ou moins forte ou par une puissance reproductrice plus ou moins intense.

Causes de la résistance. — Elles peuvent être d'origine structurale ou de nature physiologique ou chimique. Des études de Staniland (1924) portant sur un assez grand nombre de variétés, il paraît résulter que l'abondance du sclérenchyme est un facteur assez important pour contribuer à classer une variété à un rang élevé dans l'échelle de résistance. Dans le cas de sclérenchyme abondant, les massifs de ce tissu forment en effet, sur une section, une barrière circulaire qui ne présente que de faibles solutions de continuité et ils ne peuvent par suite être que difficilement contournés par les soies ros-

(1) Voir notamment : Goethe (1909), Enfer (1915), Misra (1920), Theobald (1921), Staniland (1923), Speyer (1924), Börner et Speyer (1925), Monzen (1926). — On trouvera par exemple que Cox's Orange est indiqué par Theobald en Angleterre comme très susceptible et par Misra aux Indes comme résistant, que le James Grives est considéré en Angleterre par Staniland comme très sensible et en Allemagne par Speyer comme faiblement attaquable.

trales du Puceron. Il y a là évidemment un facteur qui mérite d'être considéré; mais Staniland cite lui-même des exceptions frappantes à la règle qu'il pense pouvoir établir et il est certain qu'à elles seules de telles particularités structurales ne suffiraient pas pour expliquer tous les cas de résistance au Puceron lanigère.

Peut-être, conformément aux vues de Petri (1), de Comes (2) et de Brick, conviendrait-il d'accorder une importance plus grande aux qualités chimiques de la sève. Nous avons vu que, dès 1830, Blot remarquait que les variétés de Pommiers à fruits acides étaient peu exposées aux attaques du Puceron lanigère. Récemment Monzen (1927) fit des recherches plus précises à cet égard et il détermina par la méthode colorimétrique la concentration en ions hydrogène des jus obtenus en broyant les rameaux feuillus de diverses variétés de Pommiers : les chiffres ainsi obtenus lui permettraient de conclure que pour les variétés susceptibles la valeur du pH est plus élevée que pour les variétés immunes. En d'autres termes, les variétés immunes auraient une sève plus acide que les variétés susceptibles. Partant de là, Monzen se basant sur les travaux généraux de Comes (1916) et de Hoagland (1919) a fait pousser des Pommiers dans des milieux nutritifs ayant un pH plus ou moins élevé, et il a constaté que le Puceron lanigère avait une reproduction beaucoup plus active sur les Pommiers poussant en milieu alcalin que sur ceux poussant en milieu acide.

Emploi des porte-greffes résistants. — Une résistance pratiquement absolue se rencontre dans quelques variétés, obtenues de semis, sans valeur au point de vue de la production fruitière, mais pouvant rendre des services pour éviter l'attaque du Puceron lanigère sur les racines. Nous nous trouvons ainsi conduits à examiner l'importante question de l'emploi des porte-greffes résistants dans la lutte contre cet Insecte.

Au point de vue pratique, il est bien évident qu'il serait vain de chercher à remplacer nos bonnes variétés par d'autres sélectionnées en vue de la résistance au Puceron lanigère. La qualité supérieure d'un grand nombre de variétés classées interdit une telle tentative. Mais, par contre, une voie de lutte tout à fait rationnelle est la recherche de porte-greffes résistants. Actuellement on ne fait que commencer à s'y engager. Dans la pratique horticole courante on greffe encore toutes les petites formes de jardins (quenouilles, fuseaux, palmettes, cordons, etc.) sur des Doucins ou des Paradis qui sont des Pommiers de formes naines et multicaules d'origine asiatique très attaquées par le Puceron lanigère. Lorsqu'il s'agit d'avoir des hautes

(1) Petri (L.). L'acidité des sucs et la résistance phylloxérique (*Revue de Viticulture*, XXXV, 1911.)

(2) Comes (O.). *Annali della R. Scuola sup. d'Agricoltura di Portici*, XII 1914) et *Reale Instituto d'Incorragiamento di Napoli* (1916).

tiges, des plein-vent, lorsque l'on vise par conséquent plutôt la grande taille, la vigueur et la quantité de fruits, on a coutume de greffer sur « francs » (1).

Or, les arboriculteurs ont l'occasion de constater que souvent, pour une même variété, les greffons sont moins atteints par le Puceron lanigère lorsqu'il s'agit de Pommiers greffés sur franc que lorsqu'il s'agit de Pommiers greffés sur Doucin ou sur Paradis. Les porte-greffes de ces dernières variétés hébergent en effet plus fréquemment que les autres des réserves de Pucerons lanigères, qui peuvent même dans bien des cas passer longtemps inaperçues, parce qu'elles se localisent au niveau du collet ou sur les racines, mais qui suffisent à entretenir des colonies de Pucerons sur le greffon, ou à les renouveler, lorsque ces colonies ont été complètement détruites par les prédateurs, par les influences climatiques ou par les traitements.

Il y aurait donc un intérêt très grand au point de vue préventif à faire usage de porte-greffes résistants et l'avantage ainsi réalisé apparaît comme tout à fait essentiel dans les pays où le Lanigère prospère sur les parties souterraines des Pommiers.

Il est à remarquer que pour obtenir un avantage véritablement important, il ne suffira pas de se servir de porte-greffes ayant une résistance relative, comme on le fait par exemple pour le Phylloxéra en prenant des vignes américaines résistantes. Le cas est en effet ici tout différent. Il ne s'agit pas d'avoir seulement des porte-greffes qui résistent à l'attaque du Puceron lanigère et qui s'accommodent de vivre avec lui; mais il faut avoir des sujets jouissant d'une immunité aussi complète que possible contre cet Insecte et qui en restent pratiquement exempts. C'est en Australie, pays où le Puceron lanigère est particulièrement dangereux par son développement souterrain, que l'emploi dans la pratique des variétés résistantes a pris naissance (2). Vers 1886, M. J. Lang, grand pépiniériste de l'Etat de Victoria, se servit comme porte-greffes de deux variétés connues sous les noms de Winter Majetin (3) et de Northern Spy (cette dernière d'après Froggatt, ayant été obtenue du commerce horticole d'Amérique). J. Lang ne tarda pas à reconnaître leur grande valeur au point de vue de la résistance au Puceron lanigère. Après quelques années toutefois, la première fut écartée parce qu'elle

(1) Les arboriculteurs appellent ainsi les Pommiers qu'ils obtiennent en semant des pépins de pommes récoltés en mélange et venant d'espèces variées de leurs cultures. Les Doucins et les Paradis se perpétuent au contraire par marcottage.

(2) Walter W. Froggatt : Woolly Aphis or American Blight (*Agric. Gazette of New South-Wales*, january, 1903). — J. Lang : The Northern Spy Stock (*The Australasian International Nursery man and Seedman*, 1919, p. 14).

(3) D'après R. Le Pelley, cette variété était déjà considérée comme résistante depuis un bon nombre d'années et on la trouve mentionnée comme telle en 1831 dans le « Guide to the Orchard » de Lindley.

ne donnait que trop peu de petites racines fibreuses et le Northern Spy fut seul conservé. Il est maintenant employé d'une façon très générale dans toute l'Australie et, d'après les meilleurs témoignages, donnerait satisfaction. D'après Froggatt, dans tous les vergers modernes et bien entretenus, le Puceron lanigère ne peut se maintenir avec persistance sur les branches et le tronc des sujets greffés si le porte-greffe n'héberge pas de Pucerons sur les racines ou au collet; et, si le greffage sur variétés résistantes était généralisé, ce ne serait plus qu'une question de soin et de bonne culture pour faire disparaître pratiquement le Puceron lanigère des vergers. Dans la Nouvelle-Zélande, d'après une communication orale de Tillyard (1926), les Pommiers seraient aussi, d'une façon très générale, greffés sur Northern Spy ou sur Winter Majetin.

Quelle est maintenant l'origine génétique de ces variétés résistantes? On sait qu'elles proviennent de semis qui sont faits au hasard par les horticulteurs avec des pépins de pommes (principalement variétés cidrières) et qui donnent ce que l'on appelle les « Pommiers francs » utilisés comme porte-greffes. Ces « francs » peuvent avoir ainsi des hérédités fort variables et réaliser des caractères extrêmement divers. Voici à cet égard, un exemple typique concernant la réalisation d'une lignée résistante qui m'a été rapportée par M. Barbier le pépiniériste bien connu d'Orléans : Un lot de Pommiers francs planté près de Santiago (Chili) dans les pépinières de M. Salvador Isquierdo fut entièrement envahi par le Puceron lanigère. Tout mourut sauf un exemplaire qui resta totalement indemne. M. Barbier fut prévenu par un contre-maître français qui était employé dans cette pépinière chilienne et en 1906, il se fit envoyer des rameaux pour les utiliser comme greffes. Ces rameaux furent alors greffés sur des arbres envahis par le Puceron lanigère et les greffes ainsi constituées restèrent indemnes. La multiplication fut continuée pendant quelques années. Malheureusement cette variété résistante à laquelle M. Isquierdo donna le nom d'Huidobro était impropre au bouturage et au marcottage, ne raci-nant qu'avec beaucoup de difficulté, de sorte qu'elle ne pouvait être lancée dans le commerce comme porte-greffe (1). Vers la même époque, M. Barbier s'occupa beaucoup de la question des variétés résistantes au Puceron lanigère et il fit venir d'Australie, outre le Northern Spy, une série de variétés considérées comme plus ou moins résistantes (2). Le Northern Spy fut seul retenu et il est possible actuellement de se le procurer en France. Les exemplaires de cette variété que je dois à l'obligeance de M. Barbier et que j'ai

(1) Cette variété paraît avoir été conservée au Chili comme producteur direct : elle donne un fruit jaune d'or, de grosse taille et assez bon qui se rapprocherait de « Golden Noble ».

(2) Notamment : Climax, General Carrington, John Sharp, Lady Carrington, Mobbs Royal, Mona Hay, Sharps latered, Taupaki, Winter Majetin.

depuis quelques années à Antony se sont montrés parfaitement résistants. Bien que je ne l'aie pas observé, il n'est pas impossible pourtant que dans des conditions particulièrement favorables à l'Insecte, le Puceron ne puisse pas se fixer sur le Northern Spy et même arriver au terme de sa croissance. Becker est en effet parvenu à faire fixer sur les racines du Northern Spy de jeunes Pucerons lanigères issus, soit d'aptères, soit d'ailés (Spring-migrants) et à les élever jusqu'à la période de reproduction; mais les colonies ainsi formées étaient tout à fait temporaires et disparaissaient rapidement, tandis qu'elles se maintenaient dans la plupart des cas, si l'on faisait la même expérience sur des racines d'autres Pommiers. Les causes de la résistance ou de l'immunité du Northern Spy ne sont pas précisées et Staniland a reconnu lui-même qu'il ne présentait pas une barrière de sclérenchyme plus développée que celle d'autres variétés médiocrement résistantes.

Comme variété jouissant de l'immunité, on a signalé encore la Reinette Zuccamaglio d'origine autrichienne (Salmen 1921, cité par Staniland p. 170 et 16[2]) : le greffon resterait indemne sur un sujet envahi par le Lanigère. Des essais plus récents de Le Pelley 1927, p. 131 montrent pourtant qu'il ne s'agit que d'une résistance assez relative.

Rappelons enfin qu'au Japon (d'après Monzen, 1926, page 268), on se sert comme porte-greffe du *Malus prunifolia* Borkh.

Il n'est pas douteux qu'il y aurait un très gros intérêt, pour mettre nos Pommiers à l'abri des attaques du Puceron lanigère, à substituer dans nos vergers des porte-greffes résistants, qui présentent des qualités analogues à celles du Northern Spy, aux variétés si sensibles que l'on emploie d'habitude et notamment aux Doucins et aux Paradis (1). Malgré les facilités culturales que ces derniers présentent pour les arboriculteurs et la faveur dont ils jouissent pour cette raison dans le commerce horticole, il est à souhaiter que l'on arrive à généraliser dans notre pays l'emploi des porte-greffes résistants en les substituant peu à peu à ceux qui sont couramment employés. Même dans les régions où l'hivernage n'a lieu que rarement sur les racines, nous avons constaté qu'en été, surtout par les années sèches et chaudes, le Puceron lanigère se concentre souvent sur les racines, collet ou petits rejets qui en partent : cette localisation a des conséquences très

(1) Les Doucins et les Paradis comportent eux-mêmes des types commerciaux assez divers et présentant des différences au point de vue de leur résistance ; tous ceux que nous avons eus à notre disposition, surtout les Paradis, se sont montrés pourtant facilement attaquables par le Puceron lanigère. D'après Le Pelley (1927) la variété anglaise « Broad-Leaved English Paradise » est nettement plus attaquable qu'une série d'autres variétés porte-greffes du commerce telles que Doucin, Doucin amélioré, Jaune de Metz, Holstein Doucin, Paradis de diverses souches.

fâcheuses; car elle crée des réserves à une époque où, grâce aux prédateurs, le Puceron lanigère disparaît souvent d'une façon complète sur les parties aériennes et c'est à cause de ces réserves que l'Insecte peut facilement reprendre son essor à l'automne. Ce sont aussi ces mêmes agglomérations, soit hivernales, soit estivales qui assurent la réinvasion des Pommiers par les Pucerons, alors même que, par les traitements les plus efficaces et les mieux conduits, on est parvenu à détruire les Pucerons des parties aériennes (1).

L'emploi de porte-greffes résistants présenterait le très grand avantage de rendre impossible la constitution de ces dangereuses réserves, et en présence de l'exemple probant qui nous est donné par les Australiens il semble bien que cette méthode doive être mise à la base de l'organisation de la lutte contre le Puceron lanigère. (2)

Il faut toutefois tenir compte de ce fait que les porte-greffes employés par nos pépiniéristes, en particulier les Paradis et les Doucins, présentent de telles facilités d'emploi, en raison des avantages qu'ils offrent pour la multiplication, que pour amener ces praticiens à renoncer à leur utilisation commerciale, il faudrait mettre à leur disposition des variétés résistantes ayant au même égard des qualités égales. Or, il ne semble pas que les variétés signalées jusqu'ici, même le Northern Spy, les présentent au même degré. (3)

(1) Il convient de remarquer pourtant qu'un seul Puceron à station aérienne et protégé dans les crevasses d'un vieux chancre suffit pour faire repartir d'infection au printemps sur les Pommiers non surveillés.

(2) Il est à remarquer qu'en Europe nous sommes dans les mêmes conditions qu'en Australie au point de vue de la non-indigénéité du Puceron lanigère. En Amérique, le fait que cet Insecte est indigène et se multiplie sur des arbres sauvages, le fait surtout que les Pommiers peuvent se réinfecter en été par les ailés émigrants des Ormes (*Ulmus americana*) diminuent vraisemblablement dans une certaine mesure le bénéfice que l'on peut attendre du greffage sur variétés résistantes. Il n'en est pas de même au contraire dans les pays où le Puceron lanigère a été importé et où il se multiplie d'une façon presque exclusive sur les Pommiers cultivés.

(3) D'après Staniland (1923), en Angleterre la diffusion du Northern Spy dans le commerce horticole se heurte aussi à de sérieuses difficultés. Enfin dans un pays bien proche de l'Australie où l'emploi du Northern Spy s'est répandu, en Tasmanie, l'accord ne semble pas fait au sujet de la valeur horticole qu'il présente. En effet, d'après Nicholls (1919) cité par Monzen (1916), les porte-greffes résistants (Northern Spy, Winter Majetin, etc.) y ont été très largement utilisés depuis plusieurs années; dans le nord de l'île leur emploi a même été généralisé. Or actuellement beaucoup d'arboriculteurs auraient reconnu les inconvénients que présentent, tout au moins pour leur pays, les porte-greffes résistants dont on dispose aujourd'hui. Les arbres obtenus avec eux resteraient de petite taille, ne seraient pas aussi productifs, seraient de moins longue durée et baucoup moins résistants à certaines influences défavorables, telles que drainage défectueux, variations climatériques et maladies diverses. En présence de ces désavantages, beaucoup d'entre eux reviendraient au greffage sur franc. Il serait intéressant de savoir si en Australie et en Nouvelle-Zélande où les auteurs que nous avons pu consulter ont vanté la réussite générale de l'emploi des porte-greffes résistants, un

La mise au point de cette question pour nos pays européens a été récemment reprise sur une assez large base expérimentale en Angleterre par Stanniland (1923, 1924), puis par Le Pelley (1927) (1). Ces recherches, commencées en 1921 et poursuivies depuis à « East Malling Fruit Research Station », ont porté sur des séries de types commerciaux de « Paradis » et de « Francs » présentant des caractères variés, ainsi que sur des types sauvages (Wild Crabs) pris dans les bois aux environs de Londres. Des croisements entre le Northern Spy et des variétés couramment employées comme porte-greffes dans le commerce ont aussi été faits pour obtenir des sujets alliant aux qualités de résistance de l'un les qualités de vigueur et de facile multiplication des autres. Ce sont là des recherches de longue haleine nécessitant une technique toute spéciale qui vient d'être décrite par Le Pelley (1927); elles sont loin d'être encore terminées; mais des expériences déjà faites se dégagent pourtant des données intéressantes : C'est ainsi que parmi les Pommiers sauvages mis en observation, l'un d'entre eux mentionné sous la désignation de « Crab H. » se montre nettement plus résistant que tous les autres sauvageons, Paradis ou Doucins. D'autre part, une série d'expériences de multiplication par graines, en croisant le Northern Spy avec le Doucin, le Jaune de Metz, ou autres variétés, ou bien encore en pratiquant l'autofécondation du premier, a montré qu'au point de vue de la transmission héréditaire des facteurs de l'immunité le Northern Spy était hétérozygote et que parmi les produits obtenus, suivant des proportions, probablement conformes aux lois de Mendel, les uns jouissaient de l'immunité tandis que les autres présentaient une susceptibilité plus ou moins considérable. De plus, parmi les produits résistants qui ont été ainsi obtenus Le Pelley a reconnu l'existence d'individus de vigueurs fort variables. Il semble donc bien que, grâce aux recherches effectuées à East-Malling, une voie nouvelle fort intéressante se trouve ouverte en vue de sélectionner des lignées de Pommiers joignant aux qualités de résistance du Northern Spy les qualités commerciales requises pour les porte-greffes.

Dans tout ce qui précède nous n'avons envisagé que la résistance ou l'immunité naturelle. Mais étant donné que l'Insecte injecte dans les tissus

courant d'opinion de même ordre que celui qui vient d'être signalé s'est, à la suite d'une longue expérience, produit dans le monde horticole. Il est fort possible d'ailleurs que, comme pour le Phylloxéra, le choix des porte-greffes doive varier suivant le sol et les climats. — Le Northern Spy, bon pour un pays, pourrait alors être insuffisant pour un autre.

(1) Il faut signaler aussi qu'un programme de recherches de même ordre a été établi en Allemagne par Walter Speyer. Les travaux en cours se poursuivent à la « Naumbürger Zweigstelle (Biologischen Reischsanstalt für Land-und Forstwissenschaft) et avec le concours de la « Reichsbund für Obst und Gemüsebau ». [D'après W. Speyer (*Angewandte Botanik*, VI, p. 168-171, 1924).]

de l'hôte des substances toxiques, on peut se demander si la plante n'est pas susceptible de réagir par la production d'antitoxines contrariant la production des tumeurs et par suite défavorables à la nutrition du Puceron. Ce que nous savons sur la biologie du Puceron lanigère et les observations que j'ai pu faire ne semblent pas en faveur d'une pareille hypothèse. Dans les cages où l'on protège les Pommiers contre les prédateurs et aussi dans les conditions naturelles, le Puceron lanigère peut vivre en effet pendant plusieurs années, sans que l'on constate une diminution quelconque de sa virulence, les tumeurs devenant de plus en plus nombreuses et de plus en plus volumineuses sur les rameaux, et les arbres finissant par succomber. J'ai aussi, au bout d'un temps variable, contaminé des Pommiers qui avaient été attaqués une première fois et qui avaient été complètement débarrassés de leurs Pucerons. Or la réinfection, à condition d'avoir été faite à une période favorable, notamment au printemps, m'a toujours paru se produire d'une façon régulière, sans que j'aie pu constater du côté de la plante aucun phénomène comparable à l'immunité acquise, ni rien d'ailleurs qui puisse par contre être assimilé à des phénomènes anaphylactiques. Ces résultats négatifs ne peuvent être d'ailleurs considérés comme ayant une portée définitive et comme devant exclure l'utilité que pourraient présenter de nouvelles recherches dans cette direction. Il y aurait lieu notamment de voir comment une même variété de Pommier réagirait vis-à-vis de lignées de Pucerons lanigères d'origines diverses et comment une lignée de Pucerons d'une origine déterminée se comporterait vis-à-vis des diverses variétés de Pommiers. On ne peut douter toutefois que l'interprétation des résultats de telles expériences serait exprêmement délicate, en raison des multiples influences perturbatrices et difficilement évitables qui pourraient intervenir (maladies et ennemis divers de la plante et de l'insecte, différences d'état végétatif des plantes en expérience, etc.).

Note Annexe

Compte rendu des expériences
portant sur les Pucerons lanigères d'origine américaine

Le 12 avril 1919, par l'obligeant intermédiaire de MM. Howard et Quaintance, et grâce à la précieuse collaboration de M. Baker, du Bureau d'Entomologie de Washington, je recevais un envoi de 4 jeunes Pommiers portant des colonies de Pucerons lanigères à divers stades de développement, mais dont la plupart étaient pourtant peu avancés dans leur évolution. Cet envoi me permit de faire un élevage de Pucerons lanigères de souche exclusivement américaine sur des Pommiers en pots, maintenus à Paris en serre froide et complètement à l'écart de Puceron lanigère de souche européenne. Les ailés (tous sexupares) apparurent avec une précocité remarquable, dans la première quinzaine d'août (vers le 10 août) et devinrent rapidement très abondants. Après une diminution très grande dans la production des ailés pendant la fin d'août et la première partie de septembre (diminution pouvant tenir, d'ailleurs, à une régression générale du Puceron lanigère à cette époque), il y eut une nouvelle recrudescence des ailés à partir du 24 septembre et ils continuèrent à être produits en très grande abondance pendant toute la première quinzaine d'octobre.

Un grand nombre des ailés, tous sexupares, ainsi produits, furent utilisés dans 2 séries d'expériences, pour voir si, par leur comportement ou par leur descendance, ils présenteraient des différences avec les Pucerons lanigères européens, et, en particulier, pour savoir si leur descendance aboutirait à la formation de galles en rosette sur l'Orme.

Première série. — Mise en rapport directe d'ailés américains avec Ormes en pots (*Ulmus americana*) pour étudier leur comportement et pour obtenir sur ces Ormes des sexués, des œufs d'hiver et des fondatrices.

Résultats: les Ormes ne parurent exercer aucune attraction spéciale sur les ailés qui, n'obéissant qu'à leur phototropisme, stationnaient surtout sur la mousseline, du côté éclairé. Ils déposèrent leur descendance sexuée, en majeure partie, sur la mousseline.

Des œufs furent déposés par les femelles, principalement au niveau des plis ou coutures de la mousseline, mais aucune éclosion de fondatrice ne fut constatée et aucune galle ne se développa sur les Ormes au printemps de l'année 1920.

Deuxième série. — 2.050 ailés furent distribués (par les soins de

Mme Vuillet et de M. Gaumont, du 13 août au 14 octobre 1919, dans 8 cagettes de mousseline cylindriques à barrettes de moelle de sureau (voir fig. 8, 9, 10, pages 16 et 17). Malgré cette importante quantités d'ailés sexupares qui produisirent un très grand nombre de sexués, et malgré le nombre assez considérable d'œufs d'hiver qui furent déposés par ces sexués dans les logettes ménagées dans la moelle de sureau, nous n'avons obtenu, au printemps 1920, du 2 au 9 mars, que 5 fondatrices et, même en admettant qu'un certain nombre d'éclosions aient échappé à notre attention, il est certain que le nombre des fondatrices écloses a été très faible, par rapport à celui des œufs déposés.

Les 5 fondatrices obtenues furent mises en expériences en mars 1920 sur de jeunes *Ulmus americana* en pots portant des bourgeons à divers stades de leur épanouissement; les résultats furent négatifs et semblables à ceux qui avaient été obtenus les années précédentes avec les Pucerons de souche indigène: ces fondatrices circulèrent sur les jeunes Ormes avec lesquels elles avaient été mises en rapport, s'introduisant entre les bractées ou les jeunes feuilles pour en sortir peu de temps après, faisant des chutes assez fréquentes et mourant ou disparaissant au bout de peu de temps, sans que les bourgeons fussent attaqués ou subissent la moindre déformation.

L'échec précédent me donna à penser que les Pucerons lanigères que j'avais mis en expérience, bien que provenant d'Amérique, pouvaient faire partie d'une longue suite de générations parthénogénétiques se multipliant sur Pommiers et qui, actuellement, se trouvaient, tout comme les Pucerons lanigères d'Europe, déshabitués du régime ulmivore. Il fallait donc recommencer l'expérience avec la descendance exclusive et directe des ailés gallicoles qui, en juin-juillet, émigrent des rosettes de l'Orme pour s'abattre sur les Pommiers.

Pendant l'année 1921, M. A.-C. Baker, du Bureau dêEntomologie de Washington, dont la très obligeante collaboration m'a été précieuse, voulut bien prendre le soin de mettre 4 jeunes plants de Pommiers en présence d'ailés provenant de rosettes foliaires récoltées dans la campagne américaine sur *Ulmus americana*. Ces ailés déposèrent leur progéniture sur ces Pommiers, qui me furent expédiés en France. L'envoi me fut fait le 22 juin, mais ne me parvint que le 2 août. En raison de ce long délai, le matériel avait, naturellement, beaucoup souffert, malgré l'emballage très soigné et la mousse fraîche qui entourait les racines et je ne pus trouver que 14 Pucerons lanigères vivants (6 de taille moyenne et 8 jeunes) qui se trouvaient sur un petit rejet développé à la base de l'un des Pommiers. Ces Pucerons furent récoltés et placés, le 3 août, sur un Pommier indemne, conservé depuis longtemps à l'abri de toute contamination extérieure dans mon laboratoire de Paris. Ils suffirent pour constituer la souche d'une nombreuse descendance qui se perpétua sur une série de Pommiers en pots, pendant les

années 1922 et 1923. Déjà, dans le courant de septembre 1921, cette descendance se trouvait répartie sur 3 Pommiers et les ailés (tous sexupares) commencèrent à apparaître au milieu de la masse laineuse des colonies. Deux des Pommiers qui les portaient furent mis sous un grand voile de mousseline qui recouvrait en même temps un *Ulmus americana* et un *Ulmus campestris* en pots. Le troisième Pommier fut également entouré d'un voile. Pendant les mois de septembre et d'octobre, un très grand nombre d'ailés furent produits sur les 3 Pommiers en expérience et se répandirent sous la mousseline qui les entourait; mais, à aucun moment, bien qu'ils fussent les très proches descendants de Pucerons s'étant développés en Amérique dans les galles foliaires de l'Orme, je ne pus noter que l'Orme exerçât sur les ailés la moindre attraction. Le plus souvent, ils stationnaient sur la mousseline ou la parcouraient, en voletant et en se rassemblant, vers les parties les plus éclairées; s'ils se posaient sur le feuillage des Ormes, c'était d'une façon paraissant toute fortuite. La captivité créant des conditions artificielles qui s'opposent à la libre manifestation de l'activité migratrice, nous ne pouvons que constater les faits qui viennent d'être indiqués, sans en déduire aucunement que dans la nature les ailés, après leur vol de migration librement effectué, ne se seraient pas abattus sur des Ormes.

L'expérience fut poussée plus loin, de façon à rechercher comment se comporteraient les fondatrices issues des sexués. Environ 600 ailés de cette souche américaine furent, à la fin de septembre et pendant la première quinzaine d'octobre, répartis dans 8 cagettes à barrettes de moelle de sureau du type déjà décrit. Ils déposèrent de nombreux sexues et les femelles pondirent des œufs plus ou moins nombreux, suivant les cagettes, mais, en général, en quantité fort restreinte. Sept de ces cagettes furent conservées l'hiver, à l'abri, dans une pièce non chauffée, mais où la température ne descendit guère au-dessous de zéro; la huitième cagette (cagette n° 5) qui avait reçu, le 3 octobre, 150 ailés, passa, par contre, l'hiver au dehors, étant seulement abritée de la pluie par un large auvent. Tous les œufs avortèrent dans les 7 premières cagettes, tandis que 8 fondatrices provenant d'œufs fécondés furent récoltés dans la cagette ayant hiverné à l'extérieur. Six de ces fondatrices purent être placées, dans une serre non chauffée, sur des bourgeons fermés ou commençant à s'ouvrir d'*Ulmus americana*. Mais elles se comportèrent exactement comme les 5 fondatrices américaines de 1920 et comme les nombreuses fondatrices de race indigène que j'avais obtenues et mises en expérience les années précédentes. Elles parcoururent les rameaux, passant à côté des bourgeons ou dessus, suivant les hasards de leur marche, stationnèrent parfois sur l'un d'eux, mais refusèrent de s'y fixer d'une façon définitive. Je ne vis même pas ces fondatrices faire de tentatives pour piquer les bourgeons; elles me parurent relativement peu actives et moururent quelques jours après leur éclosion.

Bien que les données qui précèdent soient insuffisantes pour conclure avec certitude au sujet des causes qui interviennent, elles laissent pourtant supposer que les conditions climatiques sont susceptibles de jouer un certain rôle au point de vue de l'aboutissement ou du non-aboutissement de la reproduction sexuée sur l'Orme. Faute d'une hivernation régulière et prolongée, avec fort abaissement de température, suivant la règle climatique des Etats-Unis de l'Est, du Centre et du Nord, l'œuf d'hiver reste sans éclore ou bien, s'il donne une éclosion, la fondatrice qui en provient présente une vitalité affaiblie. Il est à remarquer que les hivers 1919-1920 et 1921-1922, pendant lesquels furent faites les expériences avec le Puceron lanigère américain furent peu rigoureux et d'une température irrégulière. D'autre part, c'est dans les cagettes exposées à l'extérieur qu'ont été obtenues toutes les éclosions de fondatrices. Nous avons vu enfin (page 20) qu'il importait de reprendre les expériences avec des Ormes américains ne présentant pas de risques d'hybridation comme ceux du commerce horticole européen. Il n'est pas, en effet, impossible que des différences assez faibles dans la nature spécifique de la plante suffisent pour entraver la fixation des fondatrices.

BIBLIOGRAPHIE

1843. — Amyot et Serville : Histoire naturelle des Insectes Hémiptères. Paris.

1918. — Arnaud, G. : Les Astérinées. (*Thèses de la Faculté des Sciences de Paris*, Montpellier.)

1835. — Audouin, J. : Observations sur les altérations que produit le Puceron lanigère. (*Bulletin de la Soc. Entom. de France*, IV p. 9-11.)

1891. — Atkinson, E.T. : American blight (*Schizoneura lanigera*). (*Indian Mus. Notes*, II, p. 52-58.)

1834. — Avrilly, C. d' : Du Myzoxile, vulgairement connu sous le nom de Puceron lanigère. (*Bulletin Acad. Ebroic.*, Eure, II, p. 1-35.)

1915 *a*). — Baker, A.C. : The Woolly Apple Aphis. (*U. S. Dep. of Agr., Office of the Secretary, Report* n° 101, 55 pp., 15 pl., Washington.)

1915 *b*). — Baker, A.C. : Early history and scientific name of the Woolly Apple Aphis. (*Journal Econom. Biol.*, London.)

1818. — Banks, Jos. : Notes relative to the first appearance of the Aphis lanigera, or the Apple-tree Insect, in this country. (*Trans. Hort. Soc., London*, II, p. 162-169, pl. 2, 1818.) [Read april 4, 1815.]

1900. — Banti : La *Schizoneura lanigera* Hartig. (*Italia agraria nel XX Secole*, Anno II, fasc. 19-20.)

1918. — Becker, Geo.G.: The Apple Woolly Aphis, *Eriosoma lanigera* Haus. (*Univ. of Arkansas, Agric. Exp. Station, Bull.* n° 154, 22 pp., 5 planches, Fayetteville.)

1886. — Blanc: Ce que devient le Puceron des Pommiers pendant l'hiver. (*Bull. Soc. Vaudoise Sc. Nat.*, XXI, p. 189 et suiv., Lausanne.)

1906. — Blomfield, J.E.: Structure and origin of canker of Apple tree. (*Quarterly Journal Microsc. Science.*, p. 573-579, 1 pl.)

[Staniland rappelle que, d'après Blomfield, le pourcentage de sucre dans les galles est très élevé et beaucoup plus grand que dans les tissus environnants.]

1824. — Blot, Fr.: Premier Mémoire sur les propriétés des Insectes des environs de Caen (Coléoptères, Hyménoptères, Hémiptères). (*Mém. Soc. Linn. du Calvados*, I, p. 24-115 [voir p. 114].)

1831. — Blot, Fr.: Mémoire sur le Puceron lanigère et sur les moyens de le détruire. (*Mém. Soc. Roy Agr. et Commerce, Caen*, III, p. 332.)

1909. — Börner, Carl: Die Blutlausplage und ihre Bekämpfung. (*K. Biol. Anstalt für Land — und Forstwirtschaft.* Flugblatt 33, 5te Auflage, 4 p., 5 fig., Berlin [Parey]).

1925. — Börner, C. und Speyer, W.: Die Blutlausplage und ihre Bekämpfung. (*K. Biol. Anstalt für Land — und Forstwirtschaft.* Flugblatt 33, 9te Auflage, Berlin [Parey]).

1920. — Chevalier, Aug.: Sur l'origine des Pommiers cultivés en Normandie et en Bretagne. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXI, p. 521-523.)

1921. — Chevalier, Aug.: Recherches biologiques sur les Pommiers et spécialement sur les Pommiers à cidre. (*Revue de Botanique appliquée*, I, p. 149-215, Paris.)

1913. — Davidson, J.: The structure and biology of *Schizoneura lanigera* Hausmann, Woolly Aphis of the Apple tree. Part. I, the Apterous Viviparous Female. (*The Quarterly Journal of Microscopical Science*, LVIII, p. 653-701, 4 fig., pl. 38-42.)

1914. — Davidson, J.: On the Mouth-Parts and mechanism of suction in *Schizoneura lanigera*. (*Linnean Society's Journal Zoology*, XXXII, p. 307-330, 2 fig., pl. 24-25.)

1923. — Davidson, J.: Biological Studies of Aphis rumicis L. The penetration of plant tissues and the source of the food supply of Aphides (*Ann. Applied Biology*, X, p. 35-54, 4 fig. texte, 2 planches, 1923.)

1927. — Dieuzeide, R.: Le Puceron lanigère du Pommier. (*Rev. Zool. Agr. et appliquée.* XXVI, p. 81-92 et 97-108, 2 pl., 9 fig., Bordeaux.)

1915. — Enfer, V.: Variétés de Pommiers relativement résistantes au Puceron lanigère. (*Revue Horticole*, 87, n° 29, 1914-1915.)

1891. — French, C.: Report on injurious Insects of Victoria, 1891 (Chapitre VI).

1904. — French, C.: Handbook of the destructive Insects of Victoria, Melbourne. [Chapitre sur le Puceron lanigère: Part. I, p. 37.]

1924. — Frickinger, H.W.; Ein Beitrag zur Bekämpfung der Blutlaus. (*Zeitschrift für angew. Entomol*, X, p. 222-229, Berlin, 1924.)

1903. — Froggatt, Walter W.: Woolly Aphis, or American Blight. (Extrait de *Agricult. Gazette of N. S. Wales*, january 1903, 8 pages, Sydney.)

1904. — Fuller, Cl.: Woolly aphis. (*Natal Agr. Journ.* VII, p. 241-246.)

1909. — Gillette, C. P.: Plant louse notes [Schizoneurinae]. *Journal Econ. Entom.*, II, n° 5 octobre.)

1913. — Gillette, C. P.: Plant louse investigations. (*Colorado State Agric. College*, Report 24, for 1911, p. 28-29.)

1883. — Goethe, R.: Die Blutlaus [*Schizoneura* (*Aphis*) *lanigera* Hausm.] (*Landw. Iahrb.*, XII, p. 563-571, pl. 14.) [D'après Baker.]

1898-1899. — Goethe, R.: Die Bekämpfung der Blutlaus. (*Mitteilungen über Obst. und Gartenbau.* Iahr 1898, n° 10; 1899, n^{os} 1 et 3.) [D'après Davidson, J., 1913.]

1909. — Goethe, R.: Die Blutlaus, ihre Lebensgeschichte und Bekämpfung, 3 Aufl. Berlin (P. Parey). [La 1re édition est de 1883 et la 2^{e} de 1885.]

1885. — Göldi, E. A.: Studien über die Blutlaus. Schaffausen, 1885. [Cité par Mordwilko (*Biol. Centralbl.* XXIX, 1909, p. 118, note 51).]

1917. — Guercio, C. Del.: Contributione alla conoscenza degli Aphidi. (*Redia*, XII, n° 1-2, Firenze.)

1925. — Guercio, G. Del: Nuova contribuzione allo studio della Schizoneura del Melo e del suo nemico endofago *Aphelinus mali* Hald. var. *Italica* Del Guerc., 35 pages, 2 pl., Firenze, 1925.

1802. — Hausmann, Friedrich: Beiträge zu den Materialen für eine Künftige Bearbeitung der Gattung der Blattläuse (*Magazin für Insektenkunde*, hrsg. von Karl Illiger, I, p. 426-445, 1802. [*Aphis lanigera*, p. 440-442.]

1913. — Hewitt, T. R.: Notes on the occurence of the Woolly Aphis (*Schizoneura lanigera*) in the core of apples. (*Journ. Econom. Biol.*, VIII, p. 95-92.)

1924. — Iegen, G.: Blutlausübertragungsversuche zur Feststellung der Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Obstbaumsorten. (*Landw. Iahrb. Schweiz*, XXXVIII, p. 630-631, Berne.) [Analyse dans *R. A. E.*, série A, XIII, p. 149.]

1911. — Huergo. The Woolly Aphis and the Apple in Argentina. (*Bol. Min. Agr.*, XIII, n° 7.)

1885. — Keller, C.: Die Blutlaus und ihre Vertilgung. Zürich, 1885. [Cité par Mordwilko (*Biol. Centralbl.* XXIX, 1909, p. 118, note 51).]

1885. — Kessler, H.F.: Die Entwicklungs-und Lebensgeschichte der Blutlaus, *Schizoneura lanigera* Hausm., und deren Verbreitung. Kassel. [Cité par Mordwilko (*Biol. Centralbl.* XXIX, 1909, p. 118, note 51).]

1859. — Kirby, W.: An introduction to Entomology. 7th edition. London, 1859. [Puceron lanigère, page 112]. (La 1re édition est de 1815.)

1899 — Krüger, L.: Insektenwanderungen zwischen Deutschland und den Vereinigten Staaten von Nordamerica. Stettin. [Puceron lanigère, p. 118-120.]

1820. — Leach, W.E.: Note on the Insect Aphis lanigera. (*Trans. Hort. Soc. London.* III, p. 60-61.)

1927. — Le Pelley, Richard: Studies on the resistance of apple to the Woolly Aphis (Reprinted from *Journal of Pomology and Horticultural Science*, VI, p. 209-241, 2 fig.)

1889. — Lignières, J.: Le Puceron lanigère. (*Bulletin d'Insectologie agricole*, octobre 1889.) [D'après Lignières. Rapport, 1895.]

1895. — Lignières: Rapport sur l'évolution du Puceron lanigère. (Extrait du *Bull. Ministère de l'Agriculture*, 19 pages, 2 planches doubles, Paris.)

1896. — Lignières: Evolution du Puceron lanigère. (*Mém. Soc. Zool. de France*, IX, p. 70-86, 2 planches doubles, Paris.) [C'est la réédition à peu près identique: il y a en moins le chapitre sur les traitements du 1er.]

1911. — Lohrenz, H.W.: The Woolly Aphis [*Sch. lanigera*]. (*Journal of Economic Entomology*, IV, p. 162-170.) [Photo d'une installation pour l'étude de l'évolution souterraine.]

1885. — Löw, Franz: Über das Vorkommen der Blutlaus in der Umgebung von Wien. (*Verk. der zool.-bot. Ges. in Wien*, XXXV, p. 25.)

1908-1911. — Lüstner. Über abnorme Aufenthaltsorte der Blutlaus [*Sch. lanigera* Hsm.] (*Deutsch-Obstbauzeitung*, 1909. *Geisenheimer Iahresbericht*, 1908, 1911.)

1909. — Malaquin: La lutte contre le Puceron lanigère et le chancre du Pommier. (*Journal des Agriculteurs du Nord*, Lille, n° 2, p. 3-8, février 1909.)

1918. — Marchal, Paul: Rapport sommaire sur les travaux accomplis dans les laboratoires pour 1916 et 1917. (*Annales du Service des Epiphyties*, V, p. 254.)

1919. — — : Le cycle évolutif du Puceron lanigère du Pommier. (*C. R. Ac. des Sciences*, CLXIX, p. 211-216.)

1924 *a*. — — : Contribution à l'étude du cycle évolutif du Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* Hausmann.) (*C. R. Ac. Sc.*, CLXVIII, p. 271-275.)

1924 *b*. — — : Les néonates dans le genre *Eriosoma* Leach [*Schizoneura* Hartig]. (*Revue de Pathologie végétale et d'entomologie agricole*, XI, p. 46-55.)

[1908] Marlatt, C.L.: The Woolly Aphis of the Apple (*U. S. Dep. of Agr., Bureau of Entomology*, Circular n° 20, revised edition 1908, 6 pages, Washington.)

1915. — Maxson, A.C.: A Schizoneura migrating from Elm to Apple. (*Entomological News*, XXVI, p. 367.)

1892. — Mayet, Valéry: Le Puceron lanigère. (*Progrès agricole et viticole*, Montpellier. 12 pages, 1 planche.)

1920. — Minkiewicz, St. La répartition de *Schizoneura lanigera* Hausm. sur le territoire de l'ancien royaume polonais. (*Mémoires de l'Institut national polonais d'économie rurale à Pulawy*, II, p. A., p. 93-99.) [En langue polonaise, résumé français à la fin du mémoire.]

1920. — Misra, C.S.: The American Blight or the Woolly Aphis. *Eriosoma* (*Schizoneura*) *lanigera* Hausm. (*The Agricultural Journal of India*, XV.)

1895. — Mokrzecki, S.: Einige Beobachtungen über den Zyklus der Geschlechts Entwickelung der *Schizoneura lanigera* Hausm. (*Mém. Soc. Nat. Nouv. Russie.* Odessa, XXI, livr. I. [D'après Mordwilko (*Biol. Centralbl.* 1909, p. 118).] Traduction anglaise: Some observations on the cycle of the sexual development of the « Blood Louse ». (*U. S. Dep. of Ag. Bull.* n° 18, New series, 1898, p. 78-81.)

1896. — Mokrzecki, S.: Le Puceron lanigère (*Schizoneura lanigera* Hausmann). Instruction pour reconnaître le Puceron lanigère et pour le détruire. Edition du Zemstvo du département de Tauride, Simféropol. 1896. [En russe.]

1926. — Monzen, K.: The Woolly Apple Aphis (*Eriosoma lanigera* Hausm.) in Japan. (III[e] Internationaler Entomologen-Kongress, Zürich, juli 1925, II, p. 249-275, Weimar.)

1923. — Mordvilko, A.K. The Woolly apple Aphis (*Eriosoma lanigerum* Hausmann), and other *Eriosomea*. (*C. R. Acad. Sc. de Russie*, 1923, p. 40-42). [Tiré à part de l'auteur.] (Résumé dans *Rev. Appl. Ent.* Série A, XI, 1923, p. 563-564.)

1924. — Mordvilko, A.K.: Le Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* Hausmann) et autres

Eriosomiens. Biologie et répartition. Monographie. (Travaux de la Section d'Entomologie appliquée de l'Institut d'Agronomie expérimentale, XII, n° 3, 109 p., 4 pl., Leningrad. [En langue russe. Traduction française manuscrite de B. Zolotarewsky.]

1924. — Mordvilko, A.K.: Aphids with incomplete cycles of generations and their Origin. (*C. R. de l'Acad. des Sc. de Russie*, 9 janvier 1924, p. 50-53.)

1820. — Mosley, Oswald: On the *Aphis lanigera* or American blight; with an account of various experiments for the destruction of this Insect on Apple trees. (*Trans. Hort. Soc. London*, III, p. 54-60, 1820.)

1885. — Muhlberg et Kraft: Le Puceron lanigère, sa nature, les moyens de le découvrir et de le combattre [traduction française par J. C. Ducommun], 63 pages, 1 planche, Berne et Paris (librairie agricole de la Maison rustique) 1885. [Edition allemande, Aarau, 1885.]

1925. — Nevski, V.P.: Biologie de l'*Eriosoma lanigerum* et méthodes de lutte contre cet Insecte. (Publication en langue russe de la Station expér. de protection des plantes de l'Asie Centrale, 97 pages, 23 planches, Tashkent.) [Analyse dans *Rev. of appl. Entom.*, XIII, Sér. A, p. 314, 1925.]

1919. — Nicholls: The Woolly Aphis (*Eriosoma lanigera*) (*Agricult. and Stock Depart, Tasmania.* Bull. n° 83.)

1912 *a*. — Patch, Edith M.: Elm leaf curl and Woolly Apple Aphid. (*Maine Agricultural Exp. Station*, Bull. 203, p. 235-258, fig. 438-447, 3 planches, Orono.)

1912 *b*. — Patch, Edith M.: Woolly Aphid migration from Elm to Mountain Ash, *Schizoneura lanigera (americana)*. (*Journ. Econom. Entom.*, V, p. 395-398.)

1913 *a*. — Patch Edith M.: A note on two Elm Leaf Aphides. (*Journal Econ. Entom.*, VI, p. 316-318.)

1913 *b*. — Patch, Edith M.: Woolly Aphids of the Elm. (*Maine Agricultural Experiment Station*, Bull. n° 220, p. 259-298, 6 planches, Orono.) [Ce Bulletin contient en outre une liste des plantes nourricières des Aphididae du monde.]

1916. — Patch, Edith M.: Elm leaf rosette and woolly Aphid of the Apple. (*Maine Agr. Exp. Station*, Bull. 256, p. 329-344, 4 pl., Orono 1916. [Edition antérieure en 1913: Bull. 217.]

1916. — Peklo, J.: Uber die Blutlaus. (*Landwirtsch. Archiv.*, Iahrg. 7.) (O msici Krvavé. Zemédélského Archivu).

1898. — Prilipko, Z.D.: Observations sur le Puceron lanigère. (*Annales de la Section du Caucase de la Société Impériale d'Horticulture de Russie*, 1898, fasc. IX, p. 46-47.) [En russe, cité d'après Mordvilko.] [Dans les régions chaudes et humides de la Transcaucasie et surtout sur la côte de la Mer Noire, la culture du Pommier est généralement impossible à cause de l'action néfaste du Puceron lanigère. Cependant certaines variétés de Pommiers sont très résistantes.]

1875. — Prillieux, Ed.: Tumeurs produites sur le bois du Pommier par le Puceron lanigère (*C. R. Acad. Sc.*, Paris, XXC, et *Bull. Soc. Botan. France*, XXII.)

1879. — Prillieux, Ed.: Etude des altérations produites dans le bois du Pommier par les piqûres du Puceron lanigère. (*Annales de l'Institut National Agronomique*, 2e année (1877-1878), p. 39-49, 3 pl.)

1886. — Portchinsky, J.: Uber die den Obstgärten in der Krim schädlichen Insekten. Die

Blutlaus und einige andere Pfanzenläuse (En russe). Saint-Pétersbourg. [D'après Mordwilko. *Biol. Centralbl.* 1909, p. 118.]

1907. — Rumsey, W.E.: Manner of birth of Woolly Aphis of Apple (*Schizoneura lanigera*) and other Aphidae. (*U. S. Dep. Agr. Div. Entom. Bull.* n° 67, p. 31-34.)

1922. — Reppert, Schoene and Underhill: Notes on Woolly Aphis studies (*Quarterly Bull. Virginia State Crop pest Commiss.*, n° 1.)

1921. — Salmen, J.: A variety of apple immune to Woolly Aphis. (*Wiener Landw.*, LXI, p. 269.) [Cité par Staniland, 1924, p. 170 et p. 162.]

1913. — Schneider-Orelli, O.: Von der Blutlaus (*Schweizerische Zeitschrift für Obst und Weinbau*, p. 354-360.)

1915 *a*. — Schneider-Orelli, O.: Versuche über Blutlaus-Bekämpfung (*Schweizerische Zeitschrift für Obst-und Weinbau*, 1915, p. 38-41 et p. 85-86.)

1915 *b*. — Schneider-Orelli, O.: Zur Kenntnis der geflügelten Blutläuse. Bericht der Schweiz. Versuchsanstalt für Obst-, Wein-, und Gartenbau in Wädenswil f. d. Iahre 1913 und 1914. (*Landw. Iahrbuch der Schweiz*, p. 535-536.)

1916 — Schneider-Orelli, O.: Untersuchungen über die Blutlaus (Schizoneura lanigera Hausm.). (*Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, XII, 1915, p. 336-339.)

1926. — Schneider-Orelli, O. und Leuzinger, Hans.: Untersuchungen über die virginoparen und sexuparen Geflügelten der Blutlaus der Apfelbaumes. (*Beiblatt n° 9 zur Vierteljahrschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, LXXI, 84 pages, 3 planches.)

1903. — Schouteden, H.: Les Aphidocécidies paléarctiques. (*Annales de la Société Entom. de Belgique*, XLVII, 1903. [Puceron lanigère, 183-184. *Myzoxylus laniger* Hausm. sur Prunus Prunophora domestica L., p. 183-184, sur Pyrus sp. page 184.] [Cité par Mordwilko.]

1906. — Schouteden, H.: Catalogue des Aphides de Belgique. (*Mémoires de la Soc. Entom. de Belgique*, XII, Bruxelles, p. 189-246.) [*Eriosoma mali* Samouelle, p. 201.]

1907. — Smith, R. I.: The Apple Woolly Aphis and remedial measures. (*Georgia State Board of Entomology*, Bull. n° 23, Atlanta, fév. 1907.)

1913. — Sorauer: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 3e Edition, Tome III. [Puceron lanigère, par Börner, p. 671-672.]

1924. — Speyer, W.: Uber die Blutlaus-anfälligkeit von Apfelsorten. (*Angewandte Botanik*, VI, p. 168-171.)

1923. — Staniland, L.N.: The immunity of apple stocks from attacks of Woolly Aphis: Part. 1. The relative resistance of different root-stocks. (*Journal of Pomology and Horticultural Science*, III, n° 2, London.)

1924. — Staniland, L.N.: The immunity of apple stocks from attacks of Woolly Aphis: Part. 2. The causes of the relative resistance of the stocks. (*Bull. of Entom. Research*, XV, p. 157-170, 18 fig., London.)

1898. — Stedman, J.M.: The Woolly Aphis of the Apple or the Apple root plantlouse (*Univ. of the State of Missouri, Col. of Agr.*, Bull. n° 35.)

1924. — Stellwaag, F.: Blutlaus und Nährpflanze (*Zeitsch. f. angewandte Entomologie*, X, p. 177-180, Berlin.)

1878. — Taschenberg, E.L.: Reblaus und Blutlaus. E. Ulmer, Stuttgart. [D'après Schneider-Orelli et Leuzinger.]

1921. — Theobald, F. V. : The Woolly Aphid of the Apple and Elm. (*Journal of Pomology*, II, n° 2, 20 p., 8 fig.) [Voir : The Review of Applied Entomology, IX, Ser. A, p. 230.]

1899. — Thiele, R. : Neues aus dem Leben der Blutlaus. (*Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten*, IX, p. 260-262.)

1902. — Thiele, R. : Die Blutlaus (*Schizoneura lanigera*). (*Zeitschrift f. Naturwissensch.* LXXIV, p. 361-430. E. Naegele, Stuttgart.)

1924. — Thiem, Hugo : Blutlaus auf Birne. (*Angewandte Botanik.*)

1919. — Wiltshire. The Apple Canker fungus. (*Univ. Bristol Ann. Rept. Agric. and Hortic. Research Sta. Long. Ashton*, Bristol.).

1913. — Woodworth, C.W. The Woolly Aphis. (*California Agricult. Experim. Station*, Circular n° 102, 4 pages.)

CONTRIBUTION A L'ETUDE MORPHOLOGIQUE ET BIOLOGIQUE DE LA TEIGNE DU LILAS *(GRACILARIA SYRINGELLA* Fab.*)*

par R. PUSSARD

Ingénieur agronome

Préparateur à la Station entomologique de Saint-Genis-Laval

Introduction

La Teigne du Lilas (*Gracilaria syringella* Fab.) est un Microlépidoptère de la famille des Tineidae, bien connu par ses ravages sur deux arbrisseaux très communs dans les parcs et les moindres jardins : le Lilas et le Troène.

Au point de vue économique, ces dégâts, limités au flétrissement partiel ou total des feuilles pendant la belle saison, présentent peu d'importance puisque, comme nous le verrons au cours de cette étude, les Lilas forcés pour la production de la fleur pendant l'hiver, échappent, pour des raisons culturales, aux ravages de cet Insecte. D'ailleurs s'il existe encore, notamment dans la banlieue nord de Paris, des cultures permanentes de Lilas en vue de la fleur à couper printanière, il faut remarquer que la floraison précoce de cet arbrisseau, au début de mai, et la prédominance des grappes de fleurs à l'extrémité des branches supérieures des cépées, mettent les parties utilisables à l'abri des attaques de la première génération de la Teigne qui se cantonne généralement sur les nombreux rejets de l'année précédente.

Néanmoins, si l'intérêt économique de la question est nul, on ne saurait en déduire que l'intérêt esthétique est également négligeable.

Parmi les arbustes qui, pour ainsi dire, servent de base à la décoration florale de nos jardins et de nos parcs, le Lilas et le Troène sont certainement, et à juste titre, les plus populaires.

Le Lilas, originaire de l'Asie Mineure ou de l'Europe orientale, fut

introduit, d'après Mouillefert, dans les Etats de l'Occident, vers l'année 1585; cet arbrisseau, généralement groupé en massifs, jette dans les parcs, dès le début de l'année, par son feuillage et sa floraison précoces, des touches claires et gaies sur le fond des arbustes à feuillage persistant.

Le Troène, par contre, grâce à l'homogénéité de son léger feuillage sombre, facilement régularisé par la taille, sert en quelque sorte de cadre, de repoussoir, à la décoration florale.

De cet aperçu rapide de l'emploi du Lilas et du Troène dans l'architecture paysagiste, on déduit immédiatement l'importance d'un Insecte, qui donnant, dès l'été, aux feuillages de ces arbustes, des teintes automnales, vient modifier les valeurs relatives des couleurs sur la palette vivante de ces artistes que sont nos directeurs de jardins publics.

Enfin, si l'on consulte sur la biologie de cet Insecte, pourtant bien commun, les traités d'entomologie agricole les plus connus, on constate immédiatement des divergences fondamentales sur des points très importants, le lieu de ponte, par exemple.

Seules, quelques notes éparses, principalement dans des publications étrangères, ont apporté quelques précisions. Deux notes récentes de C.-B. Hutchings et de R. Stager, donnent de nombreux renseignements sur l'évolution du ravageur au Canada et en Suisse. Un travail ancien de G. Dimmock, en accord avec nos propres observations, décrit les différents types successifs de pièces buccales de la larve.

Enfin, nous trouvons, dans les travaux de P. Portier, quelques hypothèses physiologiques sur la nutrition de la larve de *Gracilaria syringella* et, dans un ouvrage de A. Hufnagel, quelques précisions histologiques sur la métamorphose de cette chenille.

Au début de ce travail, nous nous plaisons à adresser nos très vifs remerciements à M. l'Abbé de Joannis, pour les multiples et si précises références qu'il a bien voulu nous communiquer, à M. Le Cerf, qui nous a permis de parfaire notre bibliographie, et, enfin, à M. Le Graverend, directeur du Service des Jardins de la Ville de Rouen, pour les facilités de travail et les précieuses indications culturales qu'il n'a cessé de nous prodiguer.

Historique

S'il faut en croire P. Noel qui a dressé la liste des ravageurs du Lilas, une vingtaine d'espèces s'attaquent à cet arbrisseau et sont, pour la plupart, communes au Lilas et au Troène, deux Oléacées très voisines.

Toutefois, seule, jusqu'ici, la Teigne du Lilas s'est montrée véritablement très nuisible à ces arbustes d'ornement en différentes régions de la France.

Nous avons vu que le Lilas était un arbrisseau d'importation relative-

ment récente; on peut donc se demander si l'espèce *Gracilaria syringella* est indigène ou bien si elle fut importée dans notre pays, avec le Lilas, vers la fin du XVI[e] siècle. Sans vouloir trancher cette question, nous signalerons simplement ce fait qui paraît militer en faveur de la seconde hypothèse que nous n'avons jamais observé de *Gracilaria syringella* sur les *Ligustrum vulgare* éloignés de tout centre habité.

Nous remarquerons, à ce propos, que la plantation du Lilas et du Troène en massifs, haies ou bosquets, dans lesquels la densité des individus est toujours considérable, favorise, à n'en pas douter, la pullulation des insectes ravageurs; nous avons fréquemment observé que des arbustes plantés dans les jardins de fermes isolées sont indemnes de Teigne et se font remarquer par la vigueur de leur végétation.

En tout cas, il semble bien que cet insecte ait été observé sur le *Syringa vulgaris* depuis très longtemps: Réaumur, dès 1736, a décrit, dans ses Mémoires, les dégâts de deux Gracilariidae, *Gracilaria syringella* et *G. phasianipennella*. Le professeur Bouvier a signalé, en 1915, l'abondance de la Teigne du Lilas à Maisons-Laffitte et dans les environs, P. Biers, la même année, àVitry-sur-Seine et en 1916 à Saint-Mandé et au Parc-Saint-Maur; nous-mêmes, qui avons habité cette dernière localité, nous avons constaté la présence évidente de ce ravageur bien avant cette date.

Enfin, en 1924 et 1925, ont eu lieu, à Rouen, des pullulations de *Gracilaria syringella*, particulièrement importantes qui ont servi de point de départ à ce travail.

Caractères généraux du groupe des *Gracilariidae*

Les papillons de ce groupe sont caractérisés par de longues antennes filiformes, des palpes maxillaires bien visibles et des palpes labiaux très développés, minces et incurvés vers le haut en forme de sabre; les tibias intermédiaires sont, en général, fortement épaissis par des écailles du côté interne. Les ailes antérieures sont très allongées et portent sur leur bord postérieur une frange de longs poils, plus ou moins écailleux; les ailes postérieures étroites sont bordées de longs poils fins.

D'après H.-T. Stainton, les chenilles sont caractérisées par la présence de 14 pattes comme celles des *Lithocolletis* mais avec une tête moins pointue et un corps plus cylindrique que dans ce dernier genre. En réalité, comme nous allons le voir pour *Gracilaria syringella* Fab., les chenilles de ce groupe qui sont mineuses pendant une partie de leur existence, puis rouleuses de feuilles, subissent une évolution morphologique larvaire en rapport avec les changements de milieu: si la jeune chenille ressemble, à s'y méprendre, par sa morphologie générale, à une chenille de *Lithocolletis*, par contre, la chenille adulte, que l'on trouve dans les feuilles partiellement enroulées;

présente tous les caractères de celles qui mènent sur les végétaux un vie libre, avec toutes les transitions entre les deux stades, dans la mine; la larve primaire est apode, la larve secondaire est pourvue de 14 pattes dont 4 paires de fausses pattes.

Les chrysalides, longues et vives, portent des gaines antennaires et des ptérothèques très développées; elles sont enfermées dans un cocon parcheminé, raide et transparent; lorsque la nymphose a lieu dans le sol, le cocon est couvert de particules terreuses.

Stainton signale une trentaine d'espèces pour l'Europe, d'autres sont connues d'Amérique septentrionale, de l'Inde et d'Australie. En particulier, l'espèce *Gracilaria theivora* Wlsm. occasionne parfois des dégâts considérables dans les plantations d'arbres à thé à Java et à Ceylan.

La Teigne du Lilas *(Gracilaria syringella* Fab.)

Dès 1736 de Réaumur étudie cette espèce sous le nom de *Gracilaria syringella*, puis Fabricius, en 1794, la dénomme *Tinea syringella*. En 1828 Haworth lui donne le nom de *Gracilaria anastomosis*, puis Treitschke, en 1833, celui de *Oriix ardeaepennella*. Enfin, Spuler, en 1910, démembre le genre *Gracilaria* Haworth et fait de la Teigne du Lilas le *Xanthospilapteryx syringella*. E. Meyrick en 1912 dans le Genera Insectorum de Wytsmann reprend le nom de *G. syringella* en donnant, toutefois, la synonymie précédente.

ADULTE. — Ce Microlépidoptère, au corps brun, de 4 millimètres de longueur, a environ 1 centimètre d'envergure. Les ailes antéreures sont d'un brun doré avec six bandes transversales plus claires, d'un blanc sale, la bande médiane liserée de noir se détachant particulièrement bien sur le fond de l'aile (fig. 1). Les ailes inférieures, étroites et atténuées à l'extrémité, sont d'un gris foncé uniforme et bordées de longues franges grises. Au repos, les ailes adossées forment toit; la partie postérieure faisant légèrement saillie au-dessus de l'arête.

Fig. 1. — La Teigne du Lilas *Gracilaria syringella* Fab.

Les mâles nous ont paru différer des femelles, en dehors des caractères sexuels primaires, par une taille légèrement inférieure, un abdomen plus mince et la houppe d'écailles noires des tibias intermédiaires un peu moins fournie. Néanmoins, ces caractères secondaires sont très fugaces.

ALIMENTATION. — La trompe de l'adulte est bien développée et lui sert à aspirer les liquides. A plusieurs reprises, nous avons pu voir, dans le jardin du laboratoire, des papillons humer, à l'aide de leur longue trompe dévaginée, des gouttelettes d'eau adhérant à la face inférieure des feuilles de Troènes.

En captivité, ils s'accommodent très bien d'eau miellée qu'ils semblent percevoir à quelques centimètres de distance; on vérifie facilement le fait dans un élevage en déposant des gouttelettes d'eau ainsi édulcorée sur la mousseline des cages (1).

Toutefois, l'eau miellée en fermentation, par addition préalable d'un peu de lie de cidre, ne paraît produire, à l'extérieur aucune attraction appréciable: de petits récipients contenant ce mélange et suspendus dans les Lilas et Troènes dès fin avril, début de mai, au moment du vol des papillons de première génération nous ont permis seulement de capturer en abondance des Diptères, en particulier des *Calliphora erythrocephala* et des Fourmis, mais aucun *Gracilaria syringella.*

COMPORTEMENT. — Au milieu de la journée, les papillons sont au repos sur les tiges ou sur les feuilles, de préférence à la face inférieure de ces dernières, les ailes sont alors disposées en toit dont l'arête présente une légère saillie de franges écailleuses à la partie postérieure; dans cette position les antennes sont rabattues en arrière, parallèlement au corps. Dans la nature nous avons toujours noté que le maximum d'intensité du vol se produisait au crépuscule lorsque la lumière était suffisamment atténuée.

Au laboratoire, sans doute par suite de l'obscurité relative de la pièce, renforcée par les parois de la cage, les papillons sont actifs pendant une grande partie de la journée; nous avons même pu observer les femelles en train de pondre dans le courant de l'après-midi, lorsque le temps était un peu couvert, il est vrai.

ACCOUPLEMENT. — Pendant l'accouplement les deux individus immobiles sont placés dans le prolongement l'un de l'autre, l'extrémité des ailes de la femelle recouvrant celles du mâle.

La durée de l'accouplement est assez difficile à noter d'une façon précise; d'après un certain nombre d'observations que nous avons pu faire, l'accouplement dure, au minimum, 4 ou 5 heures: commencé à la tombée du

(1) Il est facile d'obtenir des élevages abondants en récoltant des feuilles roulées contenant des chenilles proches de la nymphose; dans les cages où elles sont ensuite placées la chrysalidation a lieu sur les feuilles et l'on peut avoir, ainsi, de nombreuses éclosions de papillons. Pour l'étude de la ponte et du développement, il est nécessaire d'isoler les rameaux feuillés de Lilas et Troènes, plongeant dans des récipients pleins d'eau, sous de grandes cloches en verre, afin de les maintenir turgescents, par diminution de l'évaporation pendant tout le développement larvaire de l'insecte.

jour, il se termine dans la nuit suivante, le lendemain nous retrouvions les deux insectes séparés.

Nous avons observé une fois la femelle emportant dans son vol la dépouille du mâle: sans doute dans ce cas, les femelles sont-elles vouées à la stérilité.

PONTE. — D'après Sorauer, la ponte de la première génération aurait lieu en mai sur les bourgeons et, d'après Guenaux sur les pétioles des feuilles.

Comme E.-M. Vassiliev en Russie, R. Stager en Suisse et C.-B. Hutchings au Canada, nous avons toujours constaté, à Rouen, pour les trois générations annuelles, que les œufs étaient déposés par paquets à la face inférieure d'une feuille, le long des nervures et faisant, en général, un angle aigü avec la base de ces dernières.

Prête à pondre, la femelle parcourt la face inférieure d'une feuille et tamponne de-çi, de-là l'épiderme avec l'extrémité de son abdomen. Cette partie du corps paraît jouir d'un sens tactile remarquable aussi bien pour le choix de l'emplacement de ponte, toujours le long d'une nervure, que pour l'imbrication partielle des œufs, comme nous le verrons plus loin.

Sur un emplacement convenable, la femelle s'arc-boute, les pattes antérieures presque verticales à l'aplomb de la tête et les pattes postérieures allongée le long de l'abdomen qui fait alors un angle obtus avec le thorax; les antennes, dirigées en avant, s'agitent lentement dans un plan vertical et présentent, par instants, des mouvements de latéralité de faible amplitude et toujours très lents.

Peu avant la descente de l'œuf, le corps est parcouru par un frémissement général, puis se produisent des mouvements de torsion et d'étirement de l'abdomen, se terminant avec la sortie d'un œuf: l'œuf sort comme une matière plastique d'un tube malléable que l'on presse.

Entre l'apparition d'un œuf et celle du suivant s'écoule un laps de temps variant de 5 à 10 minutes; la femelle ne se déplace pas, on constate seulement de légers mouvements des antennes et de l'extrémité de l'abdomen dont l'impression tactile, transmise aux centres sensoriels, doit assurer l'imbrication partielle des œufs.

Ces observations, comme celles qui suivent concernant le développement embryonnaire, ont été facilement contrôlées par l'examen d'une ponte qui, à défaut de feuillage, fut effectuée sous nos yeux sur la vitre d'une cage d'élevage. Il est intéressant de remarquer que, dans le cas d'une surface lisse (assez rare d'ailleurs, puisque nous ne l'avons observé qu'une fois) les œufs sont disposés irrégulièrement sur plusieurs rangs tandis que, dans la nature, ils forment toujours une rangée plus ou moins longue adossée à une nervure de la face inférieure des feuilles; la crête de cette nervure déclencherait donc le réflexe de ponte et jouerait le rôle d'un guide.

S'il est difficile d'obtenir des pontes sur verre de *Gracilaria syringella*, on sait, par contre, que la chose est facile avec certains Microlépidoptères comme l'Eudémis qui dépose normalement ses œufs sur la surface lisse des grains de raisin.

Le nombre d'œufs par ponte est assez variable: d'après des comptages faits tant dans la nature qu'au laboratoire, nous avons observé des variations de 2 à 10 œufs, toutefois avec prédominance des pontes de 5 ou 7 œufs dans les conditions naturelles; les pontes comportant le plus grand nombre d'œufs sont toujours le long de la nervure principale de la feuille.

Nous ajouterons que, dans la nature, on trouve le plus souvent une seule ponte par feuille, et même une seule ponte par pousse de l'année, tout au moins pour la première génération; à ce moment les comptages sont très faciles· le 25 juin 1925, en examinant une cinquantaine de pousses portant chacune 6 à 8 feuilles, nous avons noté les proportions suivantes: 80 0/0 des pousses renferment une seule feuille minée, 65 0/0 des mines sont sur les feuilles terminales et 80 0/0 des pousses présentant une seule mine la portent sur leurs feuilles terminales.

ŒUFS. — Les œufs, d'un blanc laiteux, clypéacés, ont la forme d'une ellipse dont le grand axe mesurerait environ 0 mm. 5 et le petit axe 0 mm. 2. Cet œuf repose sur la feuille par sa face plane et paraît entouré d'une bande plus ou moins régulière de matière mucilagineuse qui lui permet d'adhérer fortement au support.

Le chorion transparent présente à sa surface un réseau ténu de lignes saillantes formant entr'elles des mailles hexagonales ou pentagonales qui ne sont d'ailleurs bien visibles que si l'on examine l'œuf latéralement; cette membrane très fine se déprimant au moindre souffle prête aux pontes des reflets irisés sous une incidence favorable.

DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE. — La durée du développement de l'œuf est variable suivant la température et est, en moyenne, d'une dizaine de jours. Au mois de mai nos observations qui ont porté dans les élevages sur un grand nombre de pontes maintenues au laboratoire à une température oscillant très peu autour de 15° C. nous ont permis de constater que l'éclosion pour cette température se produisait toujours exactement 9 jours après la ponte. Dans la nature, à cette époque, nous avons d'ailleurs noté la même durée. La précision de cette observation était telle qu'elle nous permettait même de prévoir approximativement, pour des pontes surveillées, l'heure de l'éclosion.

Lors de la troisième génération, des œufs obtenus dans la nuit du 23 au 24 septembre, n'ont fait éclosion que le 6 octobre au matin, soit 12 jours après la ponte. Les branches portant les feuilles où les femelles avaient déposé leurs œufs étaient maintenues, à l'extérieur, à une température

moyenne de 14°C. mais avec des minima de 8 et 9° pendant trois nuits particulièrement claires.

L'examen microscopique des œufs (1) à différents stades et l'observation par transparence d'une ponte sur verre nous ont permis de dresser le schéma suivant de l'évolution embryonnaire.

Quatre jours après la ponte, l'embryon endoblastique commence de se dessiner nettement au sein du vitellus nutritif; peu à peu on distingue, dans sa partie axiale, une traînée plus réfringente qui paraît être la première ébauche du tube digestif; au bout de 6 jours l'embryon recourbé sur lui-même se précise, sans que l'on puisse, toutefois, discerner les pièces buccales qui ne seront nettement visibles qu'à partir du septième jour (fig. 2). Dès lors,

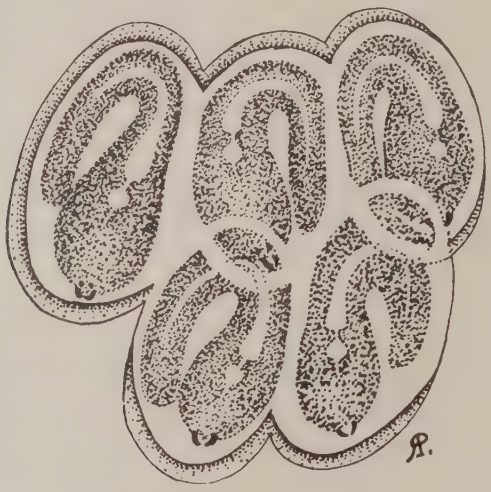


Fig. 2. — Coupe optique d'une ponte de 7 jours sur lame de verre.

les mandibules attaquent directement le vitellus et le tube digestif, présentant une ampoule antérieure reliée par un tube très fin à une sorte de ventricule, subit des mouvements de contraction et de dilatation corrélatifs de l'absorption des réserves nutritives.

(1) Pour cet examen nous croyons devoir indiquer la méthode simple suivante qui nous a donné de bons résultats :

On laisse séjourner pendant deux ou trois jours, dans le liquide fixateur de Bouin, les feuilles ou les fragments de feuilles qui portent les pontes. Après ce passage on lave à l'alcool à 90°. Il est dès lors relativement facile d'enlever sous le binoculaire, avec la pointe d'une aiguille montée, les œufs qui, à l'état normal, sont d'une fragilité excessive.

Nous portons ensuite ces œufs dans un mélange à parties égales d'alcool à 90°, de glycérine et d'eau distillée, mélange que l'on soumet à l'évaporation pendant plusieurs heures dans une étude dont la température doit dépasser 80°. Finalement, les pièces baignant dans la glycérine pure sont prêtes à être montées entre lame et lamelle dans la glycérine gélatinée de Kaiser.

Huit jours après la ponte la tête, bien différenciée et très volumineuse par rapport au reste du corps, laisse voir son squelette chitineux supportant un ensemble de pièces buccales qui permettront, après l'éclosion, l'attaque du parenchyme de la feuille. Nous remarquerons ici que, pour une même ponte, les embryons sont toujours orientés de telle sorte que la tête se trouve au pôle opposé à la nervure.

ECLOSION. — Comme beaucoup d'autres larves mineuses, la jeune chenille de *Gracilaria syringella*, sans sortir à l'air libre, perfore successivement la face plane du chorion au pôle céphalique puis l'épiderme de la feuille pour pénétrer enfin dans le parenchyme foliaire lacuneux.

Ce fait permet de comprendre que P. Portier ait toujours constaté l'asepsie complète des chenillettes et de leurs déjections. Pour expliquer l'asepsie de l'épiderme de la feuille, cet auteur fait remarquer que la plupart des œufs de Microlépidoptères sont pondus à la face supérieure et suppose que celle-ci a été stérilisée par les rayons solaires. Cette hypothèse est difficilement défendable avec *Gracilaria syringella*, car les œufs de cette espèce sont en contact avec l'épiderme inférieur qui reçoit seulement une lumière privée de ses radiations les plus actives par passage à travers l'écran du parenchyme palissadique.

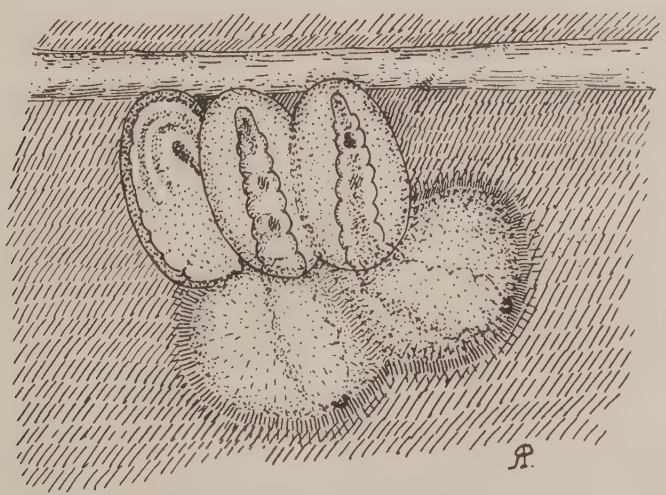


Fig. 3. — Eclosion d'une ponte.

La pénétration directe de la jeune chenille de l'œuf dans les tissus de la feuille n'est pas un fait général pour tous les mineurs de feuilles: ainsi, le *Lithocolletis comparella* Zell. que nous avons pu étudier à Rouen, sur *Populus alba*, dépose ses œufs isolément sur le feutrage de poils qui couvre la

face inférieure de la feuille; les jeunes larves doivent donc s'immiscer dans ce feutrage pour atteindre l'épiderme qu'elles perforent.

Après avoir ainsi perçé successivement le chorion de l'œuf et l'épiderme inférieur de la feuille, la chenillette de la Teigne du Lilas attaque aussitôt le parenchyme lacuneux tout contre l'épiderme.

Peu à peu, en se dégageant de l'œuf, la chenille primitivement courbée se redresse, la partie antérieure du corps engagée dans le parenchyme décrit un arc de cercle limité par les mines des larves sœurs et les mandibules fauchent, en quelque sorte, les cellules sous l'épiderme légèrement bullé (fig. 3).

LA CHENILLE MINEUSE. — Le premier jour, la chenille mesure environ 0 mm. 8 de long, la tête subtrapézoïdale est relativement de grandes dimensions par rapport au reste du corps et les trois segments thoraciques débordent nettement l'abdomen (fig. 4, a).

a *b*

Fig. 4. — Chenille mineuse immédiatement après l'éclosion ; vues dorsale (*a*) et latérale (*b*).

Si l'on ajoute à ces caractères que la chenille est prognathe et apode, sa constitution morphologique générale, semblable à celle de toutes les mineuses de feuilles, la rapproche du type *cérambyciforme* proposé par R. Régnier. Ce type est fonction du cheminement des larves dans les tissus végétaux entre des plans résistants, galeries pour les xylophages, épidermes pour les phyllophages, les muscles thoraciques très développés permettent à l'insecte de prendre une réaction d'appui sur ces plans pour une progression facile et un bon rendement des pièces buccales.

En examinant cette jeune chenille de profil (fig. 4, *b*) on constate que la tête, en forme de coin, s'amincit progressivement de l'arrière vers l'avant, disposition propice à la constitution de la mine par soulèvement des épidermes. Les pièces buccales sont nettement en avant de la tête (prognathisme) et les mandibules sensiblement planes travaillent dans le plan même du corps.

La tête comprend, morphologiquement, deux parties bien distinctes: l'ensemble des pièces buccales et un endosquelette chitineux servant de support à ces dernières et d'attache aux différents muscles qui les meuvent (fig. 5).

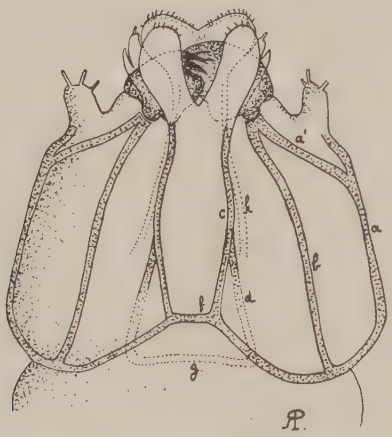


Fig. 5. — Endosquelette céphalique et pièces buccales de la chenille mineuse après l'éclosion, vus par la face dorsale.

L'endosquelette se compose, en principe, d'un anneau chitineux péricéphalique postérieur et d'un certain nombre d'apodèmes se détachant de cet anneau pour servir en avant de point d'appui aux pièces buccales.

De l'anneau péricéphalique partent, à la face dorsale de la tête les deux apodèmes, *c*, qui supportent antérieurement le labre puis plongeant de haut en bas presque à angle droit, vont contribuer à former, avec *b* et *a* la cotyle dans laquelle se meut l'apophyse mandibulaire; des deux apodèmes *b* et *a*, la première se détache de la partie postérieure et la seconde latéralement de l'anneau péricéphalique. Enfin, de la partie inférieure de l'anneau postérieur se détachent deux pièces chitineuses *d* qui, remontant vers la face dorsale se soudent aux pièces *c* à mi-chemin du labre et assurent ainsi la rigidité de l'ensemble par triangulation dans l'espace.

Le labre est bilobé et chaque lobe porte quelques cils incurvés à la partie antérieure. D'après Dimmock, la lèvre supérieure ne serait pas supportée directement par les extrémités antérieures divergentes des supports dorsaux *c*, mais un peu au-dessous, de façon que cette pièce puisse effectuer non seulement quelques mouvements d'avance et de recul, mais encore de latéralité.

Les mandibules plus fortement chitinisées que les autres pièces buccales sont plates, arrondies du côté externe et dentées du côté interne: les dents

sont au nombre de trois, deux très acérées à la partie apicale suivies d'une dernière subarrondie. Le mouvement de ciseaux des mandibules est assuré pour chacune d'elles par deux muscles qui s'insèrent d'une part sur l'endosquelette et, d'autre part, de chaque côté d'une apophyse proéminente sur le bord postérieur de la mandibule; comme nous l'avons vu, cette apophyse se meut dans une cotyle formée par la réunion des trois pièces *a*, *b* et *c*.

Les muscles extenseurs mandibulaires ont leur point d'insertion à l'angle extérieur proximal de la base des mandibules et leur origine sur les apodèmes *a* et *b*. De même les muscles flexeurs s'insèrent à l'angle intérieur proximal et tirent leur origine de l'apodème *a* et de l'anneau péricéphalique postérieur.

Les mâchoires très rudimentaires et le labium paraissent fixés sur une même base protractile.

La simplicité des mâchoires et leur apparente liaison avec la lèvre inférieure pourraient les faire prendre pour des palpes labiaux. A cela Dimmock oppose deux arguments: cet auteur a pu voir, lors d'une mue de passage de la forme mineuse à la forme suivante, des mâchoires caractéristiques émerger de la dépouille de ces appendices primitifs; enfin, les extrémités apicales de ces organes sont un peu au-dessus du niveau du labium.

Le labium bilobé est déprimé en son centre et finement cilié sur son bord antérieur.

Chez la jeune larve mineuse il n'y a ni filière, ni sécrétion de soie.

D'après Dimmock le support commun aux mâchoires et au labium formé de deux apodèmes chitineux, *h*, divergeants légèrement et brusquement recourbés vers l'intérieur, est rétracté par un muscle passant entre ces pièces et fixé à l'anneau chitineux postérieur. Cet auteur n'ayant pu trouver aucun muscle antagoniste admet que le support labio-maxillaire est lancé en avant sous la pression des liquides céphaliques.

A ce stade, les organes des sens sont rudimentaires: sur la tête les poils sensitifs manquent et les antennes légèrement en retrait sur l'ensemble des pièces buccales se réduisent à un mamelon porteur de trois appendices.

Peu à peu, la taille de la chenille mineuse s'accroît: de 0 mm. 8 de longueur le premier jour, elle passe successivement à 1 mm. 6 le cinquième et à 2 mm. 5 le neuvième jour. En même temps et à la suite de mues se produit une évolution morphologique adaptative: les taches oculaires augmentent en nombre, progressivement la largeur du corps devient uniforme, des moignons thoraciques apparaissent, précédant de véritables pattes et les fausses pattes se constituent définitivement.

La larve mineuse présente alors dans la mine tous les caractères d'une chenille brouteuse externe, ses organes des sens et de locomotion se sont perfectionnés, elle est prête à sortir de la feuille, à éclore véritablement, éclosion définitive dans le milieu extérieur.

LA MINE. — Pendant le premier jour les jeunes chenilles mineuses issues d'une même ponte progressent côte à côte sur l'épiderme inférieur de la feuille, constituant ainsi, par coalescence, une petite mine unique, en couloir sinueux, d'environ 5 millimètres de long sur 1 ou 2 millimètres de large.

Cette mine du premier jour, absolument invisible à la face supérieure de la feuille, se détache sur la face inférieure en une traînée centrale assombrie par les excréments des chenillettes et bordée de deux liserés clairs dus au simple soulèvement latéral de l'épiderme.

Nous noterons, en passant, que cette mine s'insinue parfois sous les nervures secondaires en soulevant l'épiderme qui les recouvre.

Le deuxième jour les chenilles grégaires ne trouvant plus, sans doute, dans le parenchyme lacuneux une nourriture suffisamment abondante et riche en principes nutritifs traversent presque verticalement les tissus foliaires pour se grouper sous l'épiderme supérieur où elles constituent une mine à contour arrondi.

Au début, cette mine se signale seulement à la face supérieure de la feuille par un épiderme d'abord légèrement décoloré puis plus ou moins flétri et noirâtre; peu à peu cette mine s'accroît en tache d'huile, sans respecter aucune nervure et intéresse tout le parnchyme. A partir du troisième jour qui suit l'éclosion, cette mine est visible sur les deux faces de la feuille, toutefois, jusqu'au sixième jour, les épidermes portent encore quelques cellules à pigment chlorophyllien; du septième au neuvième jour, la mine s'étend rapidement, comme conséquence de l'activité des chenilles et les deux épidermes sont seuls respectés.

Si l'on observe par transparence à ce stade le comportement des chenilles dans la mine, on constate qu'elles sont alors irrégulièrement réparties le long de la tranche du parenchyme intact et qu'elles se déplacent constamment: pendant que l'une d'elles est en train de ronger une autre survient, la bouscule et s'installe quelques instants à sa place; les mandibules fauchent le parenchyme alternativement à droite et à gauche, formant ainsi comme une petite boulette puis les mandibules cessent pendant un moment leur action et il se produit une sorte de déglutition du bol alimentaire que l'on peut, par transparence, voir cheminer dans le tube digestif.

LA CHENILLE BROUTEUSE. — Après avoir vécu pendant une dizaine de jours dans la mine, les chenilles qui en sortent présentent tous les caractères du type des larves éruciformes (fig. 6) (1).

Le corps d'environ 2 mm. 5 de longueur, sensiblement cylindrique, présente 3 paires de pattes et 4 paires de fausses pattes: les pattes thoraciques

(1) On trouvera dans le travail de L. Fulmek, des figures de la chenille avec la chétotaxie complète.

sont composées de quatre articles couverts de poils fins et terminées par un ongle chitineux long et fort; les fausses pattes abdominales disposées par paires sur les troisième, quatrième, cinquième et dernier segments abdominaux, ont la forme de mamelons hémisphériques porteurs de longs poils autour de leur base et couronnés d'un ou deux rangs de crochets fortement chitinisés.

Ainsi donc, la chenille mineuse apode, mais pourvue de muscles thoraciques lui facilitant la reptation entre deux plans résistants se trouve munie d'organes locomoteurs, organisés en fonction de la marche sur la surface lisse mais couverte de fils de soie des feuilles balancées par le vent.

Fig. 6. — Vue latérale de la chenille brouteuse (9 jours après l'éclosion).

La tête elle-même, plate et en coin chez la jeune chenille mineuse, est maintenant presque hémisphérique.

Les pièces buccales et, corrélativement, l'endosquelette chitineux de la tête ont subi d'importantes modifications.

Certes, nous retrouvons ici, dans l'endosquelette chitineux, des pièces *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, *g*, homologues et probablement dérivées des pièces correspondantes de la chenille mineuse, néanmoins, comme on le voit aisément sur les figures ci-jointes, les rapports des différentes pièces entr'elles se sont profondément compliqués pour assurer par des triangulations multiples dans différents plans de l'espace une rigidité plus grande à l'ensemble de la tête et des pièces buccales (fig. 7 et 8).

Enfin des apodèmes nouveaux, tels que *e* apparaissent pour supporter le labium et les mâchoires, deux pièces qui ont acquis, dans cette nouvelle forme, une importance primordiale.

Le labre bilobé, fortement chitinisé sur son pourtour, porte à sa face inférieure des bandes parallèles de poils très fins. Cette pièce est protractile, rétractile et très peu mobile latéralement.

Les mandibules à base très épaisse sont excavées en cuillère sur les deux tiers de leur face intérieure et leur bord antérieur est muni de 5 dents à pointe mousse chitinisées. Chaque mandibule porte à sa base une apophyse articulaire se mouvant dans une cotyle formée par trois arcs principaux de l'endosquelette, *a*, *b*, *c*, dont deux, *a* et *b* émanant de la partie inférieure de la tête forment base tandis que la troisième, *c*, longeant la face supérieure reporte une partie de l'effort des mandibules sur la zone apicale de la tête.

Les mâchoires sont ici très différentes de ce qu'elles étaient chez la

larve mineuse: elles sont formées de deux parties bien distinctes composées d'articles, les palpes maxillaires à l'extérieur et les mâchoires proprement dites à l'intérieur.

Le labium simple porte une paire de palpes labiaux et une filière tubulaire.

D'après Dimmock, non seulement la filière mais tout l'ensemble du labium, des palpes labiaux et de la filière peut se replier de telle façon que les palpes labiaux soient dirigés vers la partie postérieure du corps.

Fig. 7. — Tête de chenille brouteuse (9 jours après l'éclosion). *Face dorsale.*

Les pièces chitineuses supportant le labium et les mâchoires chez la chenille mineuse sont ici très modifiées.

En définitive, si nous comparons les pièces buccales de cette chenille adulte avec celles de la chenille mineuse, nous constatons que le labre, pièce passive, a subi peu de modifications tandis que les mandibules puis, surtout, les mâchoires et le labium ont profondément évolué. Cette évolution adaptative des pièces buccales se caractérise principalement dans les mandibules, pièces actives, par un changement considérable dans le mode d'action: les mandibules de la larve mineuse sont planes et travaillent dans un plan horizontal parallèle aux épidermes de la feuille, tandis que chez la chenille adulte les mandibules sont globuleuses, excavées sur leur face interne et se meuvent obliquement par rapport à l'axe du corps; la chenille jeune fauche

le parenchyme, la chenille adulte arrache, *broute* un épiderme et le parenchyme sous-jacent.

Il nous semble donc que la chenille de *Gracilaria syringella* peut être alors, d'après la nature seule de ses dégâts, mais sans vouloir en faire un type général morphologiquement défini, classée sous la dénomination de *phyllophage brouteur* proposé par R. Régnier pour des chenilles telles que *Stilpnotia salicis* dont le mode d'activité est, à notre avis, différent, puisque

Fig. 8. — Tête de chenille brouteuse (9 jours après l'éclosion). *Face ventrale*.

la feuille entière est découpée sur les bords par des mandibules travaillant dans un plan perpendiculaire à l'axe du corps; ces dernières chenilles seraient mieux groupées sous la dénomination de *phyllophages découpeurs*.

Ainsi donc, la chenille de *G. syringella*, par son évolution générale, successivement mineuse puis brouteuse abritée ferait en quelque sorte la transition entre les chenilles essentiellement mineuses et les chenilles découpeuses. Nous reviendrons plus loin sur cette question, après avoir donné un aperçu rapide de l'activité de la chenille brouteuse.

LA FEUILLE ROULÉE. — Après avoir vécu une dizaine de jours dans la mine et lorsque les épidermes en sont complètement desséchés, les chenilles perforent l'épiderme inférieur d'un coup de mandibules et se laissent tomber, maintenues par un fil de soie, sur une feuille inférieure.

Cette sortie a toujours lieu pendant la nuit: on constate, d'ailleurs, que

les chenilles sont alors douées d'un phototropisme négatif, en d'autres termes elles paraissent souffrir des radiations lumineuses; si, en effet, on place dans une boîte de Pétri une feuille dont la mine semble avoir atteint sa taille maxima, on voit que les chenilles à la sortie, se logent sous la feuille puis contournent cette dernière et se placent sur la face non-éclairée lorsque l'on retourne la boîte. Cette aversion pour la lumière vive est peut-être une conséquence de la vie de mineuse sous un écran chlorophyllien, en tout cas elle explique non seulement l'abandon nocturne de la mine, mais encore l'enroulement partiel de la face inférieure des feuilles.

Quoi qu'il en soit, nos élevages nous ont montré que les habitants d'une même mine, issus d'une même ponte, se retrouvent tous à la face inférieure d'une même feuille. D'ailleurs, si l'on déroule, dans la nature, les volutes de nombreux rouleaux, on constate que le nombre moyen des chenilles correspond au nombre moyen des œufs par ponte. Une seule fois, au cours de nos recherches, nous avons trouvé, au début d'octobre, au Jardin des Plantes de Rouen sur un Lilas à forcer dans l'année, vingt chenilles adultes dans une feuille roulée; n'ayant pu retrouver la mine d'origine nous ignorons s'il s'agissait d'une ponte de vingt œufs ou plutôt si les chenilles étaient venues de plusieurs mines se grouper sous la même feuille.

Sous la feuille choisie les chenilles sectionnent d'abord dans toute son épaisseur la nervure principale, saillante sur l'épiderme inférieur. Le nombre de ces sections et leur espacement est très variable: l'espacement est fréquemment compris entre 1 et 5 millimètres et leur nombre peut aller jusqu'à 8 ou 10. Il arrive que des chenilles de deuxième ou troisième génération descendent sur des feuilles dont l'extrémité apicale a déjà été roulée par la génération précédente: dans ce cas l'enroulement est latéral et ce sont les nervures secondaires perpendiculaires au nouvel enroulement qui se trouvent sectionnées.

Si l'on coupe de la même façon, mécaniquement avec de fins ciseaux, la nervure principale d'une feuille de Lilas, on constate, au bout d'un certain temps qu'il ne se produit aucune modification naturelle de la forme de la feuille, ni aucune dessiccation prématurée; après ce traumatisme il n'y a pas tendance spontanée à l'enroulement. Par contre on s'aperçoit immédiatement qu'il est beaucoup plus facile de rouler une feuille ainsi sectionnée.

On retrouve chez d'autres rouleurs de feuilles, les Rhynchites notamment, cet artifice du sectionnement de l'appareil cribro-vasculaire, la femelle du Rhynchite perfore le pétiole, interrompant ainsi partiellement l'arrivée de la sève dans la feuille qui ne tarde pas à se flétrir un peu. Le chenille de *G. syringella* fait plusieurs sections sur les nervures, mais il n'en résulte aucun flétrissement apparent de la feuille, la rigidité seule est diminuée.

Autre différence avec les Rhynchites, les Rhynchites roulent la face supérieure des feuilles et maintiennent leur rouleau en utilisant la viscosité

naturelle ou le feutrage des poils de la feuille; les chenilles de la Teigne du Lilas roulent la face inférieure mais disposent pour fixer l'enroulement des haubans ou paquets de fils de soie tendus entre l'épiderme inférieur et la convexité de la dernière spire. Ces fils sont particulièrement nombreux aux deux extrémités du rouleau.

Dans cet abri les chenilles brouteuses se nourrissent aux dépens de l'épiderme inférieur et du parenchyme de la feuille.

Evolution morphologique et physiologique de la Chenille de *Gracilaria*

Comme nous venons de le voir la chenille de la Teigne du Lilas présente dès l'œuf et pendant les premiers jours de sa vie dans le parenchyme de la feuille des caractères morphologiques en parfait accord avec le milieu dans lequel elle doit alors évoluer : ni pattes, ni fausses pattes pour assurer la progression, simplement des muscles thoraciques très développés prenant appui sur les parois de la mine. Pour cette progression lente, dans un milieu relativement homogène et compact, les organes des sens sont peu développés, les antennes notamment sont très réduites.

De même l'absence de filière paraît en rapport avec le milieu puisque toute chute est impossible pour une larve englobée dans la substance même dont elle doit se nourrir. Les pièces buccales enfin sont propres à faucher dans le plan du corps les cellules du parenchyme foliaire.

Mais peu à peu dans la mine elle-même et non après la sortie comme la plupart des auteurs l'ont prétendu, une évolution morphologique progressive se produit à la suite de mues. La chenille mineuse se transforme peu à peu en une chenille dont les organes des sens et de la locomotion seront susceptibles de permettre des déplacements rapides sur des surfaces plus ou moins mobiles, dans un milieu hétérogène, et dont les pièces buccales pourront assurer la nutrition aux dépens de la surface même de la feuille.

En premier lieu apparaissent à l'emplacement des futures pattes trois paires de mamelons hémisphériques; puis les fausses pattes se différencient, enfin les pattes définitives articulées et munies d'une griffe remplacent les mamelons précédents. Corrélativement les anneaux abdominaux ont pris une importance égale à celle des anneaux thoraciques et la tête a subi les modifications dont nous avons vu plus haut le détail : les pièces buccales de la chenille mineuse ont fait place à un appareil de chenille brouteuse externe dont la sécurité est assurée par des antennes bien développées, des taches oculaires nombreuses et par une filière pour le passage du fil de soie.

Cette évolution morphologique progressive concomitante d'un changement de milieu nous semble devoir être classée parmi les phénomènes décrits par J.-H. Fabre sous le nom d'hypermétamorphose pour les larves de Coléoptères, Sitaris et Méloés. Cet auteur définit l'hypermétamorphose, « mode d'évolution qui prélude aux morphoses entomologiques habituelles par des

transfigurations multiples de la larve ». Pour les larves de Sitaris, de Méloé et de *Gracilaria syringella*, cette évolution se produit à la suite de mues. (1)

COCON ET CHRYSALIDE. — Lorsque la chenille brouteuse a atteint son complet développement, c'est-à-dire 10 à 15 jours après la sortie de la mine, elle se laisse tomber à terre à l'aide d'un fil de soie pour se chrysalider dans le sol à quelques centimètres de la surface.

A cet endroit la larve s'entoure d'un cocon de soie rigide jaune clair, brillant, ayant environ 7 à 8 mm. de long sur 2 à 3 de large. Par suite de la viscosité des fils ces cocons souterrains sont recouverts de particules terreuses adhérentes et sont en cela différents des cocons accidentellement aériens. Ces derniers se rencontrent parfois pour la première ou la deuxième génération dans les anfractuosités des écorces, les angles des murs ou sur les feuilles.

Dans ce dernier cas la surface lisse de la feuille n'offrirait pas place favorable pour assujettir le cocon si la chenille n'avait la précaution, avant de filer de creuser l'épiderme et le parenchyme autour de l'emplacement qu'elle occupe : cette manœuvre produit la dessiccation de la partie centrale qui provoque à son tour par striction la légère courbure où s'insérera le cocon par une face moins incurvée que la face extérieure.

Dans les conditions naturelles la chrysalidation se fait normalement dans le sol pour les trois générations. Au contraire dans les cages d'élevage où il est difficile de maintenir artificiellement la terre dans des conditions hygrométriques favorables à la chrysalidation les chenilles se transforment généralement sur les parois ou sur les feuilles.

La chrysalide de couleur brune, très claire a quatre à cinq millimètres de long sur 1 mm. à 1 mm. 5 de large. Au moment de l'éclosion, la chrysalide très mobile perfore le cocon et vient libérer le papillon à la surface du sol.

Pour la première et la seconde génération la nymphose dure une quinzaine de jours tandis que les chenilles de troisième génération descendent en terre vers la fin d'octobre pour donner des papillons dans la dernière quinzaine d'avril de l'année suivante.

(1) Pour P. Portier cette évolution morphologique progressive se double d'une évolution physiologique.

Cet auteur a toujours constaté que les chenilles mineuses de G. *syringella* menaient une vie parfaitement aseptique, leur tube digestif et les excréments trouvés dans la mine donnent constamment des frottis et des cultures négatifs. Par contre les voies digestives de la chenille brouteuse sont toujours riches en microorganismes.

P. Portier voit dans l'apparition de cette flore intestinale une compensation biologique à l'insuffisance du travail de mastication des pièces buccales de la chenille brouteuse. D'après cet auteur les mandibules de la chenille mineuse par leurs dimensions inférieures à la largeur des cellules du parenchyme foliaire du Lilas, produisent un broyage cellulaire parfait. Chez la chenille brouteuse, au contraire, les mandibules considérablement accrues fourniraient un broyage plus rapide mais très grossier qui serait alors complété par un « broyage chimique » sous l'influence des diastases sécrétées par les microorganismes adjuvants.

CYCLE ANNUEL. — A Rouen, aux environs de Paris et à Saint-Genis-Laval près de Lyon, nous avons constaté que la Teigne du Lilas présentait annuellement trois générations successives à peu près aux mêmes dates pour ces différentes régions.

Les papillons de la génération automnale apparaissent (Rouen 1925) fin avril, présentant un maximum au début de mai au moment de la floraison des Lilas et se maintiennent jusque vers le 20 de ce mois. Les chenilles de cette première génération descendent pour se nymphoser aux environs du 15 juin et donnent des papillons dans les premiers jours de juillet.

La seconde génération se développe pendant le mois d'août et se nymphose fin août, commencement de septembre, pour donner des papillons vers le 20 septembre.

La troisième génération s'étend de la dernière quinzaine de septembre à la première quinzaine d'octobre et descend en terre fin octobre.

Au cours de l'année 1925 la deuxième et la troisième générations furent à Rouen plus importantes que la première. Nous formulons cette appréciation d'après des comptages effectués sur le terrain : on ne saurait en effet se baser sur le simple aspect des arbustes dont le nombre de feuilles minées et roulées croît évidemment avec le nombre des générations.

Cette augmentation progressive tient sans doute pour une grande part au cours de l'année et dans la région considérée, à l'absence presque complète de parasites. Néanmoins nous avons noté que les chrysalides de la troisième génération, donnant normalement des papillons en avril-mai, pouvaient, dans des conditions particulières, donner des individus aberrants en juin : des feuilles roulées, récoltées en octobre 1924 et conservées, il est vrai, dans l'atmosphère sèche du laboratoire ont donné certes le maximum d'éclosions en avril 1925 mais également plusieurs individus le 25 juin suivant, quelques jours avant le vol naturel des papillons de la première génération.

Il faut donc comprendre au cours de ce travail le terme, génération, dans son sens le plus large : l'ensemble des individus au même stade vivant en même temps sans vouloir préjuger, dans la nature tout au moins, d'une origine homogène.

Au Canada, C.-B. Hutchings a constaté que le cycle annuel comportait seulement deux générations successives, les papillons issus des chrysadides qui ont passé l'hiver dans le sol apparaissant seulement à la fin de la troisième semaine de mai.

Plantes attaquées — Répartition géographique

L'espèce *Gracilaria syringella* a été signalée tant en Europe qu'en Amérique sur Lilas et Troènes. Toutefois Zeller dit qu'à Glogau il n'avait jamais vu la chenille sur le *Ligustrum*.

Elle a été observée plus particulièrement en Suède par Tullgren sur *Fraxinus excelsior*, en Suisse sur *Fraxinus excelsior*, *F. ornus* et Sureau, en Allemagne par F. Zacher et P. Sorauer sur Frêne, Fusain et *Deutzia crenata*.

A. Sich l'a signalée en Angleterre, à Chiswick, sur *Phillyrea media* (Oléacée).

Personnellement, nous avons constaté sa présence avec certitude sur les espèces suivantes du Jardin botanique de la ville de Rouen: *Syringa vulgaris;* Lilas Varin, variété de *S. vulgaris* obtenue à Rouen; *Syringa persica*, Lilas de la Perse occidentale et du Caucase introduit en Europe vers 1640; *Syringa Josikaae* Jacq., espèce trouvée vers 1830 par la baronne Rosalie Josika dans sa propriété du Comté de Kodozvar en Transylvanie.

Après le Lilas, l'espèce hôte la plus favorable au développement de cet insecte est certainement le Troène : les *Ligustrum japonicum*, *ovalifolium* et *californicum* sont toujours très attaqués.

Nous avons rencontré également quelques mines sur les branches basses de *Fraxinus excelsior*.

Au Canada en 1924, C.B. Hutchings a pu déterminer à l'arboretum de la ferme expérimentale centrale d'Ottawa sur 150 variétés de *S. vulgaris*, possédées par cet établissement, celles qui étaient particulièrement recherchées et celles qui ne subissaient aucun dommage.

Nous reproduisons intégralement la liste donnée par cet auteur, espérant que les horticulteurs français pourront y trouver une base dans le choix de leurs variétés :

Variétés très attaquées. — Mme J. Morel — Rouge de Marley — Purpurea — Mme Moser — Ruba insignis — Monument Carnot — Macrostachya — Belle de Nancy.

Variétés légèrement attaquées. — Prinz Notger — Princess Maria — Dr Linley — Prof. Sargent — Charles X — Volcan — Furst Liechtenstein — Sénateur Volland — Auvergne — Renoncule — Charles Joli — Double blue S. sibirica.

Variétés très légèrement attaquées. — Jacques Calot — Amethyst — De Miribel — Eckenholm — Bulgaria — Lovaniensis — Mme Casimir Perier — Congo — Edward André — W.M. Robinson.

Variétés non attaquées. — Dr Nobbe — Virginite — René Jarry Desloges — Geheimrath Singlemann — Michel Buchner — Alba grandiflora — Negro — Montgolfier — Vergissmeinicht — S. Murillo — Delepin — Président Carnot — Comte Horace de Choiseul — Croix de Braby — Marie La Granje — Chas Baltet — Mad. Abel Chatenay — Emilie Lemoine — Obélisque — Versaliensis — Mme Briot.

L'espèce *Gracilaria syringella* a été observée en Russie, en Pologne, en

Allemagne, en Suède, au Danemark, en Suisse, en Hollande, en Angleterre, en France et au Canada; par contre aucune mention de ce ravageur n'a été faite à notre connaissance aux Etats-Unis. Toutes les pullulations importantes ont été observées sur Lilas et Troènes, plantés à demeure en massifs, haies ou bosquets.

A Rouen nous avons remarqué que les Lilas à forcer qui sont mis en pots à la fin de novembre et rentrés en serre à une température comprise entre 16 et 18 degrés C. afin d'obtenir la fleur dans le courant de l'hiver sont généralement indemnes les années suivantes après leur plantation en pleine terre au mois de mars : ce fait s'explique aisément par l'absence de chrysalides dans un terrain vierge et peut-être aussi par la nature du parenchyme des feuilles, déjà très développées lors du premier vol des papillons, donc peu favorables à la ponte et limitant ainsi le peuplement par vicinisme.

Parasites et Prédateurs

De Gaulle signale pour le genre Gracilaria huit espèces d'Hyménoptères parasites mais ne rapporte à l'espèce *C. syringella* qu'un Ichneumonide, le *Nemeritis cremastoides* Hlgr.

Au cours de nos élevages qui ont porté sur plusieurs centaines d'individus appartenant à la troisième génération de 1924 et aux trois générations de 1925 nous avons obtenu un seul Ichneumonide parasite qui s'étant échappé malencontreusement n'a pu être déterminé.

Si les Insectes parasites ont joué un rôle très peu important au cours de cette pullulation, il n'en a pas été de même des prédateurs.

Parmi ces derniers le Moineau domestique rend alors les plus grands services. Dès 1916 M. E.-L. Bouvier émettait l'hypothèse que les oiseaux par leur multiplication pendant la guerre, en bordure de la forêt de Saint-Germain, avaient pu contribuer à enrayer à Maisons Lafitte les attaques très fortes de la Teigne du Lilas en 1914 et 1915.

A Rouen derrière les fenêtres du laboratoire nous assistions de très près et quotidiennement aux manœuvres du Moineau prélevant les chenilles dans les feuilles roulées en introduisant son bec par l'ouverture des extrémités.

Le Moineau domestique, abondant dans les agglomérations où sévit l'Insecte, joue certainement un rôle des plus importants pour la limitation de la Teigne du Lilas.

Enfin dans les premiers jours de septembre 1924 en recueillant des feuilles de Lilas partiellement enroulées par les chenilles de Gracilaria nous

avons trouvé fréquemment dans l'enroulement vide des *Forficula auricularia* L. (1).

Au premier abord, nous avions supposé que la présence de cet insecte hygrophile était due à l'humidité qui règne à cet endroit : l'eau qui tombe en effet sur la face supérieure de la feuille glisse peu à peu et vient imbiber l'épiderme desséché, les reliefs du parenchyme et les excréments des chenilles.

En offrant à des Forficules captifs des feuilles roulées contenant les chenilles de *G. syringella*, nous avons toujours constaté que le Dermaptère consommait simplement les légitimes habitants du rouleau

Le Perce-oreilles, omnivore, mais prédateur certain des chenilles adultes de *G. syringella*, peut donc contribuer avec le Moineau à diminuer considérablement le nombre des chenilles.

Résumé et Conclusion

La Teigne du Lilas, *Gracilaria syringella*, est une espèce cosmopolite qui pullule fréquemment sur les Lilas et les Troènes.

En France cette espèce présente 3 générations pendant la belle saison de mai à octobre.

La ponte a toujours lieu à la face inférieure des feuilles et les œufs, légèrement imbriqués les uns sur les autres sont toujours déposés le long d'une nervure, généralement de la nervure principale de la feuille.

Le développement embryonnaire se poursuit pendant une dizaine de jours; les jeunes chenilles pénètrent directement dans le parenchyme de la feuille où elles vivent sous la forme de mineuses grégaires pendant 10 à 15 jours. Toutefois vers la fin de cette première partie de leur existence, dans la mine même, se produit une évolution morphologique progressive qui fait de la chenille mineuse une chenille brouteuse externe.

Les chenilles brouteuses sortent de la mine en perforant l'épiderme inférieur de la feuille et se laissent tomber par un fil de soie sur une feuille dont, après avoir sectionné la nervure principale, elles roulent l'extrémité en dessous, perpendiculairement à cette nervure.

Pendant 10 à 15 jours les chenilles broutent, à l'abri de la feuille roulée et ne laissent subsister que l'épiderme supérieur, puis elles se laissent tomber à terre par leur fil de soie pour se transformer dans le sol à une faible profondeur dans un cocon jaune clair parcheminé sur lequel sont adhérentes des particules terreuses.

(1) R. Pussard. — A propos du régime alimentaire du Perce-oreilles *Forficula auricularia* L. (Dermaptère).
Bull. Soc. Amis des Sciences, Rouen, 1er oct. 1925.

Il arrive accidentellement pour la première et la deuxième générations que la nymphose ait lieu dans les anfractuosités de l'écorce, dans les cavités des murs ou plus rarement à la surface même des feuilles, dans une poche déterminée par la chenille.

Ennemis naturels. — A Rouen en 1925 les parasites ont été très peu abondants, par contre les prédateurs, notamment le Moineau domestique et le Perce-oreilles, *Forficula auricularia* L., contribuèrent activement à limiter le nombre des chenilles de *G. syringella* abritées dans les feuilles roulées.

Bibliographie

1916. — Biers, P. — A propos de la Teigne du Lilas. (*Bull. Soc. Pathologie végétale de* France, T. III, p. 74.)

1918. — Biers, P. — Invasion de la Teigne du Lilas dans les environs de Paris. *Revue horticole.* (*Journ. hort. prat.* N° 7, p. 116.)

1915. — Bouvier, E.-L. — La Teigne du Lilas. (*Bull. Soc. Path. vég. France,* T. II, 1er fasc., p. 36.)

1916. — Bouvier, E.-L. — Disparition locale de deux insectes phytophages. (*Bull. Soc. Path. vég. France.* T. III, 2e fasc., p. 63.)

1880. — Buttner. — Stettiner entomologische Zeitung. T. XLI p. 451.

1833. — Curtis. — British Entomology, pl. 479.

1880. — Dimmock, G. — The trophi and their chitinous supports in *Gracilaria-Psyche.* Vol. 3, N° 76, p. 99.

Fabre, J.-H. — Souvenirs entomologiques 2e et 7e séries.

1910. — Fulmek, L. — Zeitschrift für das landwirthschaftliche Versuchwesen in Oesterreich,

De Gaule. — Catalogue systématique et biologique des Hyménoptères de France. (Feuille des jeunes naturalistes 1906, 1907, 1908.)

1917. — Guenaux. — Entomologie et parasitologie agricoles, p. 394.

1928. — Haworth. — Lepidoptera britannica, p. 530.

1918. — Hufnagel, A. — Recherches histologiques sur les métamorphoses d'un Lépidoptère (Hyponomeuta padella L.). (*Arch. Zool. exp. et gén.* T. 57, fasc. 2, pp. 108-128, 132-159).

1925. — Hutchings, C.-B. — The Lilac leaf-miner *Gracilaria syringella* Fab. Entomological branch, Ottawa. Fifthy fifth annual report of the entomological society of Ontario, 1924, pp. 19-23.

1924. — Landgraf. — Die Fliedermotte (*Gracilaria syringella* F.). Die kranke Pflanze, i, N° 9 p. 173, 1er déc. Dresden.

1861. — Lucas, H. — Note sur les dégâts de *Gracilaria syringella* au Jardin des plantes. (*Annales Soc. Ent. France,* p. XXVI.)

1895. — Meyrick, E. — A Handbook of British Lepidoptera, p. 752.

1912. — Meyrick, E. — Genera Insectorum de Wytsman, 128e fasc., p. 26.

1892-1898. — Mouillefert, P. — Traité des arbres et des arbrisseaux forestiers, industriels et d'ornement cultivés ou exploités en Europe et plus particulièrement en France.

1916. — Noel, P. — Les ennemis du Lilas (*Syringa Lin.*). (*Bull. lab. rég. d'ent.* agr. 3e trim., p. 5.)

1905. — Portier, P. — La vie dans la nature à l'abri des microbes. (C. R. Soc. de Biol. T. LVII, p. 605.)

1911. — Portier, P. — Passage de l'asepsie à l'envahissement symbiotique humoral et tissulaire par les microorganismes dans la série des larves d'insectes. (*C. R. Soc. de Biol.* T. LXX, p. 914.)

1736. — De Réaumur. — Mémoires pour servir à l'histoire des Insectes. T. II, p. 240.

1925. — Regnier, R. — Du rôle des Insectes dans la désorganisation d'un arbre. La faune entomologique des peupliers. (Actes du Museum de Rouen, Série 2, T. II.)

1911. — Sich, A. — Entom. Monthly Mag., XLVII, p. 277.

1913. — Sorauer, P. — Handbuch der Pflanzenkrankheiten, p. 248.

1910. — Spuler. — Die Schmetterlinge Europas T. II p. 407.

1923. — Stager, R. — A contribution to the life history of *Gracilaria syringella* (Xanthospilapteryx). (*Mitt. Entomologica Zurich*, i, n° 6, p. 368.)

Stainton, H.-T. — Natural History of the Tineina, Vol. VIII Gracilaria I.

1901. — Staudinger et Rebel. — Catalog der Lepidopteren des palaearctischen Faunengebiets.

1833. — Treitschke. — Die Schmetterlinge von Europa, T. IX, 2e partie, p. 205.

1917. — Tullgren, A. — Injurious animals in Sweden during 1912-1916. Meddelande frau Centralstalten for Johrsbruksforsok, N° 152. (*Entomologiske Avdelningen*, N° 27, p. 104.)

1915. — Vassiliev, E.M. — Report on the work of the Entom. branch of the Mycoentomological experiment Station of All-Russian Society of Sugarrefiners (in Smiela, Govt. of Kiev.) in 1914, Kiev 1915.

1922. — Zacher, F. — Die Feinde der Syringen. Die Gartenwelt, Berlin, XXVI, N° 21.

1847. — Zeller. — Linnaea entomologica, II, 1847, p. 342.

SUR LES CAUSES DE L'INFÉCONDITÉ DES NOYERS ET DE LA VIGNE EN 1926

par M. GARD

Docteur ès-Sciences

Directeur de la Station de Pathologie Végétale de Bordeaux

(Institut des Recherches Agronomiques)

L'année 1926 a été une des plus désastreuses quant aux rendements en général. Il faut remonter fort loin, à une cinquantaine d'années en arrière, pour constater semblable déficit .

Elle l'a été surtout pour ce qui regarde la production des noix, du vin et des fruits.

En déterminer les causes, les expliquer d'une manière satisfaisante a été la préoccupation de certains observateurs, sans toutefois que l'opinion ait été unanime sur quelques cas particuliers. C'est ce problème assez complexe que je voudrais examiner ici, en y apportant toutes les données nécessaires.

J'ai eu l'occasion de visiter les diverses régions à noyers, quelques-unes facilement accessibles de Bordeaux, plusieurs fois dans l'année. Il en est résulté un ensemble de faits que j'ai succinctement décrits, mais sur lesquels je voudrais insister plus longuement.

On est à peu près d'accord pour admettre, que les déplorables conditions météorologiques du printemps, ont amené ce résultat. Mais ces conditions météorologiques elles-mêmes ont provoqué le développement de maladies cryptogamiques qui, brusquement, sont devenues, les unes très dommageables, alors que d'autres, jusqu'ici latentes, prenaient un plus grand développement et pouvaient aller en s'aggravant, si de semblables conditions se renouvelaient. Au risque d'errer, nous devons rechercher dans quelle mesure les premières ont pu retentir sur la floraison, la fécondation, le développement des jeunes noix. C'est ce que je voudrais essayer de préciser. De plus, parmi les agents cosmiques, deux ont fait sentir

principalement leur action: les pluies d'une part; les basses températures allant parfois jusqu'aux gelées, d'autre part. Déterminer l'influence qui revient aux unes et aux autres, leur prédominance possible, c'est ce que nous voulons essayer d'établir.

*
* *

Les conditions météorologiques du Printemps 1926

Par les anomalies qu'il a présentées, le printemps de 1926 a été un des plus étranges qui aient été notés dans les Annales de la Météorologie agricole. Je rappellerai que le mois de février fut des plus remarquables par la douceur de sa température. Depuis 1880, on n'avait enregistré, d'après les observations faites à l'observatoire de Floirac, de mois de février aussi chaud. Mars a offert une belle période de beau temps marquée par une sécheresse intense, si bien que la vigne a débourré le 22, en avance d'un mois sur 1925.

En avril, la première quinzaine a été plutôt chaude. En effet, le Bulletin mensuel du Centre de Recherches agronomiques de Bordeaux indique, par le notes de la Station de Physique et de Météorologie agricoles, pour le mois d'avril, que la température moyenne journalière est restée dix-sept jours au-dessus de la normale (11°3) dont quinze dans la première partie du mois. Un refroidissement sensible s'est produit à partir du 15, au début d'une période très pluvieuse. Le maximum de 25°1 a eu lieu le 6 à 14 h. 55, et le minimum de 1°7 le 27 à 5 h. 25 (Fig. 1).

Le même bulletin nous apprend que pour ce qui regarde l'humidité de l'air, « *l'état hygrométrique moyen est resté vingt et un jours au-dessus de la normale* (73 %). *Le minimum a eu lieu le* 10 *avec une moyenne de* 60 % ».

Enfin, « la hauteur totale de pluie, 99 mm. 4, supérieure à la normale de 28 mm. 4, est répartie sur quinze journées pluvieuses, dont deux de dépôt de brouillard. La plus grande partie de la pluie est tombée du 15 au 22, période pendant laquelle nous n'avons pas eu une journée sans eau (1) ».

Au point de vue de la végétation de la vigne, il en est résulté cette conséquence que pendant la première partie de ce mois, la pousse a été active et rapide, si bien, comme l'indique toujours le même bulletin, que

(1) *Bulletin mensuel du Centre de Recherches agronomiques de Bordeaux.* Notes de la Station de Physique et de Météorologie agricoles. Avril 1926.

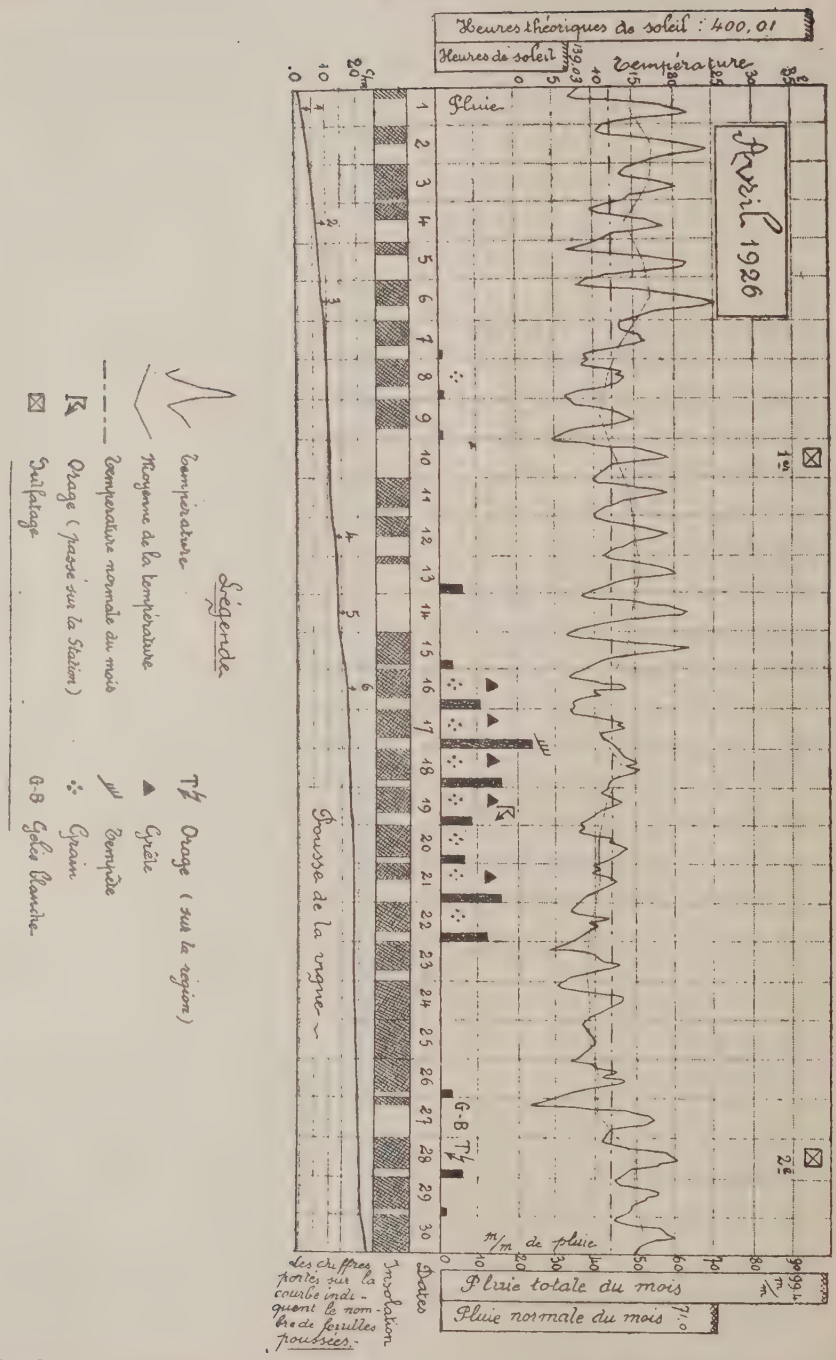


Fig. 1. — Température, hauteur des pluies, etc. du mois d'avril 1926. Graphique extrait du *Bulletin du Centre de Recherches agronomiques de Bordeaux*, d'après les relevés de la Station de physique et de météorologie agricoles.

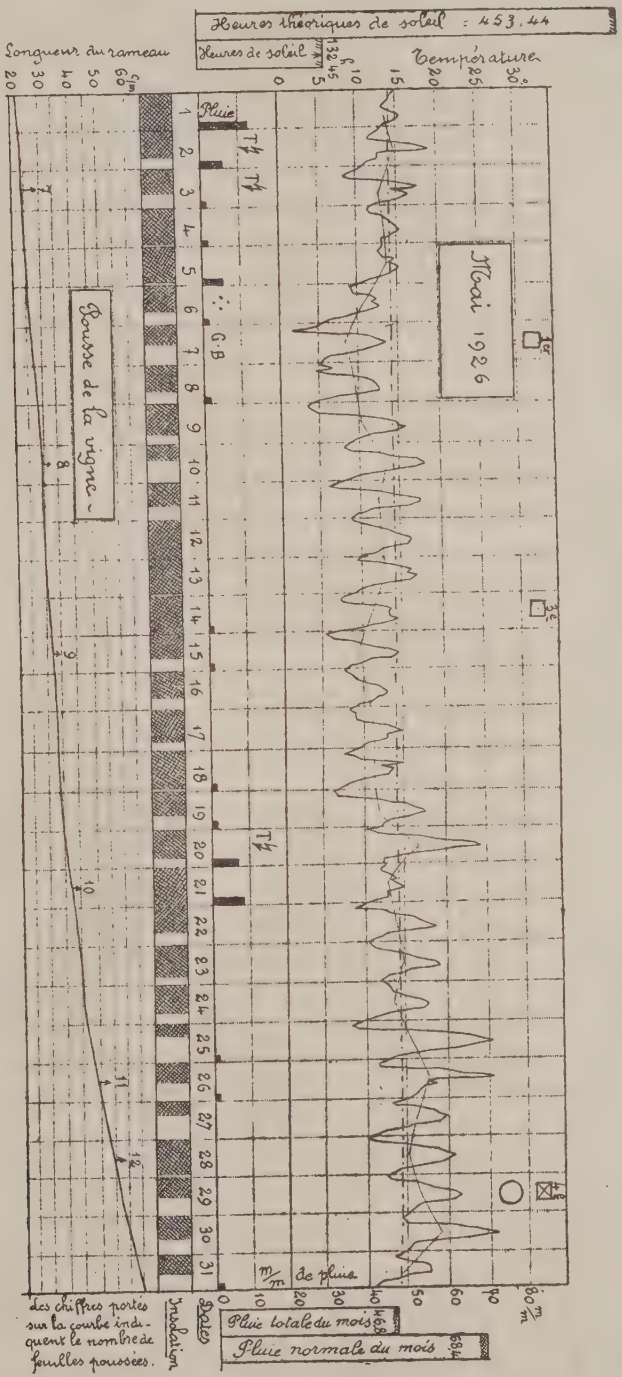


Fig. 2. — Température, hauteur de pluies, etc. du mois de mai 1926, même origine que fig. 1.

du 1er au 16 la vigne avait émis les 6 premières feuilles, tandis que la septième *n'était pas formée à la fin du mois*. La croissance avait été arrêtée, annihilée: la plante ne manifestait aucune activité, elle était pour ainsi dire en suspens. Les feuilles restaient petites. Ce phénomène était d'autant plus frappant qu'il est plus rare et qu'on est plus habitué à voir la vigne pousser régulièrement. Il y a bien, au cours de la végétation, des fluctuations parfois remarquables et indiquées par une succession de mérithalles courts et de mérithalles longs, les premiers correspondant à des périodes d'abaissement de température, les autres à des poussées de chaleur, mais il n'y a pas habituellement d'arrêt de croissance.

Le mois de mai 1926 a présenté aussi des caractères étranges. Le temps a été plus souvent couvert, sauf vers la fin, très frais et peu ensoleillé. A la Grande-Ferrade (1), le minimum a eu lieu le 7 avec + 2°1 à 5 h. 15. (Fig. 2.)

Mais à cette date, en certains points du Sud-Ouest, la température est descendue plus bas et il y a eu des gelées localisées. Les extrémités des pousses ont flétri, et bien avisés ont été les agriculteurs qui ont procédé à une taille immédiate, supprimant ainsi des régions et des mannes restées vertes, mais qui n'auraient pas tardé à se dessécher à leur tour. J'ai vu un cas de ce genre près Brantôme (Dordogne) dans le domaine de M. Durand-Ruel, aux Ballans.

La moyenne thermique mensuelle a été inférieure à la normale et ce mois s'est montré frais surtout du 5 au 20.

L'observatoire de l'Université de Bordeaux, à Floirac, fait remarquer dans ses *Observations météorologiques* (2) de mai 1926 que le refroidissement, dans la période qui s'étend du 5 au 20 est plus persistant qu'intense et que le déficit de la température est surtout important sur les maximas.

Le mois de juin nous intéresse particulièrement. Dans l'ensemble, il a été plutôt frais et en raison de cette circonstance et du retard existant dans la végétation, la floraison a commencé plus tard que d'habitude. La Station d'Avertissements agricoles de Bordeaux a fait remarquer que la vigne « a émis autant de feuilles (5 environ) du 1er au 20 juin que du 20 au 30, et ses pampres se sont allongés dans ces deux périodes de la même quantité » (Fig. 3, graphique).

Cette période du 5 au 20 fut capitale parce que c'est dans cet intervalle que la floraison de la vigne a eu lieu. Le temps fut couvert, pluvieux et généralement frais.

(1) La Grand-Ferrade, domaine où est installé le Centre de Recherches agronomiques de Bordeaux.

(2) Observatoire de l'Université de Bordeaux (Floirac). — Observations météorologiques de mai 1926.

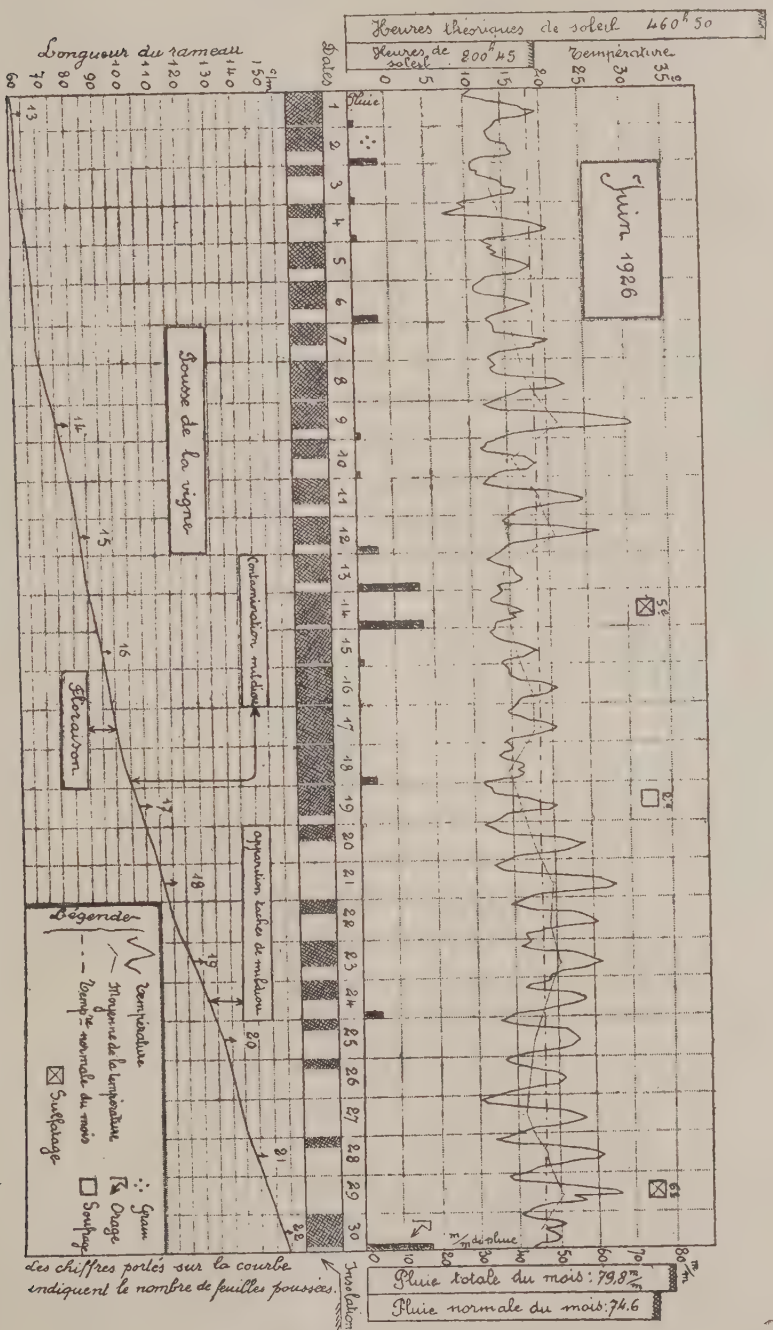


Fig. 3. — Température, hauteur de pluies, etc., du mois de juin 1926, même origine que fig. 1 et 2.

Avec ces données, essayons d'analyser les circonstances qui ont présidé à l'acte si important de la floraison et de la fécondation de la vigne.

*
* *

La Floraison, la Fécondation et la Fructification de la Vigne en 1926.

Auparavant, je dois rappeler qu'en automne 1925 il s'était produit des phénomènes météorologiques anormaux, pour la saison, à deux reprises différentes. Le premier fut dû à des gels brusques ayant causé un certain dommage sur les raisins. Le second s'est passé vers le 15 octobre; il a été plus grave. Les pousses de l'année, sur une longueur plus ou moins grande, et les bourgeons dans ces mêmes parties, ont été fortement atteints par un froid intense. Il s'est constitué ainsi des zones mortifiées plus ou moins étendues qui deviennent très dangereuses pour les régions voisines restées saines. Ce danger provient de ce qu'elle restent turgescentes, la dessication ne se produisant pas à cette époque de l'année. Elle n'aura lieu, en effet, qu'à la fin du printemps ou au début de l'été au moment où la chaleur devient plus forte. Le contenu cellulaire est complètement transformé, les protoplasmes et sucs des vacuoles ont réagi les uns sur les autres, l'amidon évolue et il en résulte des substances brunes ou noires par oxydation. Elles pénètrent dans les cellules voisines où les mêmes transformations s'opèrent et peuvent gagner de proche en proche un nombre plus ou moins grands d'éléments comme par effets diastasiques.

Cette action nocive se manifeste surtout pendant la végétation de l'année suivante, à des moments variés suivant les individus. Elle est grave aussi lorsque les cellules gelées et noircies sont assez nombreuses dans le bois. Car alors, il se produit à la poussée de la sève l'année suivante, surtout si de fortes chaleurs succèdent à des pluies abondantes, un entraînement du contenu des cellules. Le liquide acide arrivant ainsi dans les régions saines, provoque une mortification des cellules normales par une transformation identique à celle due au gel: mélange du protoplasme et du suc cellulaire, brunissement, perte de turgescence, sortie d'eau. On voit, en pleine végétation, des pousses, feuilles, offrir les symptômes identiques à ceux de la gelée, et qui plongent dans l'étonnement l'agriculteur et le praticien, etc., je reviendrai plus longuement sur ces faits dans un travail spécial, car je les ai longuement constatés et étudiés sur le Noyer.

Cette gelée du 15 octobre 1925 a retenti de plusieurs manières sur la végétation de la vigne en 1926. En premier lieu, les bois de taille se sont montrés très défectueux, en mauvais état. Les vignerons ont été fort embar-

rassés pour effectuer cette opération si importante de la taille, tant les bois avaient été altérés. De plus, un certain nombre de bourgeons, plus ou moins, selon les cépage et l'âge de la vigne, avaient été tués. On s'en est surtout aperçu à la pousse de 1926, en constatant que certains d'entre eux n'avaient pas bougé. Le nombre des pampres, s'est trouvé forcément diminué et par suite celui des grappes. Il n'est pas douteux qu'il en a été de même pour les noyers. Les pousses de l'année avaient subi les atteintes du froid; l'examen des parties internes montrait des altérations, des brunissements plus ou moins étendus, qui ont retenti sur une certaine proportion de bourgeons.

On sait que le chasselas, par exemple, commence à fleurir vers 15°. Mais la floraison n'est continue qu'à 17° et même au delà, elle ne devient complète (1), qu'à 20°. La préparation de l'ouverture de la fleur se fait dès le matin par le soulèvement du chapeau; toutefois, si la température s'abaisse, la chute ne se produit pas et la calyptre reste en place. Si la progression de l'élévation de la température suit une marche normale, la chute se produit, les étamines s'écartent du pistil par un mouvement brusque, et le stigmate prend ces caractères de viscosité qui lui permettent de retenir les grains de pollen et d'asssurer leur germination.

Le graphique publié par la Station d'Avertissements agricoles de Bordeaux dans le Bulletin du Centre de Recherches agronomiques pour le mois de juin 1926 (fig. 3) montre que la courbe de la température prit les allures de la période d'hiver avec des maximas et des minimas très faibles; elle oscille autour de 15°, moyenne insuffisante pour une bonne floraison.

De plus, il a plu le 9 et le 10, mais surtout le 12, 13 et 14, un peu le 15 et le 16 avec temps couvert.

Par sa longueur, son irrégularité, cette floraison a été une des plus étranges que j'ai observées. On sait que généralement dans une même grappe, les fleurs commencent à s'ouvrir à la base, l'épanouissement gagne peu à peu les fleurs moyennes puis celles de l'extrémité libre. Les conditions les plus favorables sont un beau temps fixe avec un vent léger, une température qui arrive rapidement à plus de 20° vers le milieu de la journée. On voit alors à partir de 10 heures, les calyptres se soulever, tomber, tandis que les étamines s'éloignent du stigmate d'un mouvement brusque. Celles-ci s'ouvrent, émettent leur pollen qui, emporté par l'ondée aérienne, va se déposer sur les stigmates mûrs. Ces derniers ne le sont pas forcément en même temps que les étamines à peu de chose près. Ils acquièrent rapidement, grâce au soleil, à une température élevée, cette viscosité, cet aspect luisant, qui leur permet de retenir le pollen et de favorisr sa germination.

(1) A. MILLARDET. — Essai sur l'Hybridation de la vigne, Bordeaux, 1891.

Les meilleures floraisons sont celles qui sont réalisées rapidement en 2-3 jours au maximum par un temps chaud, au beau fixe.

Mais, en 1926, les choses ont été bien différentes. On voyait les fleurs commencer à s'ouvrir très irrégulièrement, en petit nombre, çà et là dans la grappe, sans ordre. Le lendemain, quelques autres s'ouvraient, parfois à peu près normalement, tandis que chez le plus grand nombre les corolles soulevées restaient en place, emprisonnant les étamines qui ne parvenaient pas à se dégager, les filets manquant d'élasticité. Cela durait..., la pluie survenait de temps à autre, lavant les stigmates mis à nu, entraînant le pollen des étamines qui parvenaient à s'ouvrir. Beaucoup ne s'ouvraient pas du tout. Elles restaient petites, vertes, sans acquérir cet aspect et cette couleur pâlissante de corolles qui veulent libérer les organes essentiels qu'elles emprisonnent. Parfois des conditions assez bonnes survenaient dans la journée, la marche de la floraison semblait accélérée, puis tout à coup le temps se refroidissait, la pluie survenait et tout était à nouveau suspendu.

Une floraison, irrégulière, qui dure, donnera une nouaison défectueuse, déficitaire.

* * *

J'ai déjà attiré l'attention sur des faits semblables observée en 1912 (1). La floraison fut longue, les fleurs s'ouvraient lentement. Beaucoup de capuchons corollaires restaient en place, d'autres étaient plus ou moins soulevés, parfois suffisamment pour que la fécondation eût lieu.

J'ai noté que chez beaucoup de fleurs qui conservaient le capuchon soulevé, il y avait formation du fruit et cependant, seule, l'autofécondation pouvait être admise. En examinant un grand nombre de ces fleurs, on pouvait constater, dès le début, que les étamines et le pistil y parvenaient à maturité, que souvent *une anthère ouverte était collée sur le stigmate*. C'était une sorte d'adaptation occasionnelle à la fécondation d'une fleur par elle-même. Mais, de plus, cette adaptation me parut être la règle chez deux cépages remarquables, la *Syrah* et la *Muscadelle* qui, bon an mal an, donnent en général une récolte moyenne. En effet, si en 1912, les fleurs *encapuchonnées* étaient nombreuses chez beaucoup de cépages, il n'en était pas de même en 1913 où des conditions atmosphériques bien meilleures avaient présidé à la floraison. Or, les deux cépages en question offraient encore, dans cette même année, de nombreuses fleurs à capuchon simplement soulevé et l'ovaire prenait néanmoins son développement normal. On pouvait voir divers stades suc-

(1) M. Gard. — Possibilité et fréquence de l'autofécondation chez la vigne cultivée. (*Comptes rendus, Académie des Sciences.*)

cessifs représentés d'abord par la calyptre protégeant les étamines et le pistil mais suffisamment soulevée pour laisser passer l'air et une certaine quantité de lumière. Après nouaison, elle persiste, mais de verte devient jaunâtre, se dessèche et se rapetisse peu à peu, mais n'en persiste pas moins au sommet du grain dont le vert tranche sur le fauve de la corolle en voie de dessication.

De là à penser que cette adaptation remarquable, intermédiaire entre les fleurs cleistogames et les fleurs normales, pourrait être fixée et développée par la sélection, il n'y a qu'un pas; car « si la fécondation pouvait se produire à une température moyenne moins élevée, elle serait plus régulière, et enfin pollen et stigmate, protégés par le capuchon, se trouveraient à l'abri de l'action des pluies qui ne pourraient ni entraîner le premier, ni laver le second », ainsi que je l'écrivais en 1914 (1).

Il résulte donc que la fécondation sera réalisée au mieux lorsque *la floraison s'effectuera rapidement et sans discontinuité*. Au contraire, *si cette dernière traîne en longueur, marche par à coups, s'arrête pour reprendre, c'est l'indice d'une mauvaise fécondation, par suite, d'une coulure plus ou moins généralisée.*

Lorsque les meilleures conditions se présentent, la floraison du chasselas ne dure pas plus de 3 à 4 jours dans le Sud-Ouest. Dans le cas inverse, elle peut se prolonger 6-7 jours et davantage, lorsqu'elle est capricieuse et inégale. En 1926, elle a été même plus longue par suite des arrêts dans l'ouverture des fleurs.

* * *

Palliatifs

D'ailleurs les agriculteurs peuvent surveiller ce phénomène et lorsqu'ils s'aperçoivent que la floraison débute mal, que la température n'est pas favorable, il y a lieu de procéder au soufrage, non seulement pour préserver les jeunes grains contre l'attaque de l'oïdium en détruisant les germes de ce dernier, mais encore en constituant, par sa transformation en vapeur, une atmosphère ambiante à température plus élevée, autour des fleurs.

On peut aussi utiliser l'incision annulaire, en soulevant avec l'instrument approprié bien connu, un anneau d'écorce sur une longueur de quelques millimètres sur le bois de deux ans, ou les bois d'un an, au-dessous de l'insertion des grappes. Enfin, le pincement des extrémités des pousses est

(1) M. Gard. — Expériences d'autofécondation et de croisement chez la vigne cultivée. (*Revue de viticulture*, juin 1914.)

recommandé, dans les mêmes circonstances. L'effet de ces actions se concentre sur la grappe en favorisant l'apport d'éléments nutritifs plus abondants et contribuent ainsi à la nouaison et au développement des grains.

Certains praticiens avancent qu'il y a deux coulures. La première dans le temps est celle dont il vient d'être question: c'est la coulure habituelle, la coulure physiologique. Mais, après fécondation, lorsque les fleurs sont flétries et que l'ovaire a grossi, on constate qu'en passant dans la main une grappe entière, un certain nombre de grains se détachent et tombent. Un examen attentif montre: 1° qu'en général, bien que grossis, ils sont plus petits que les autres; 2° qu'ils n'ont pas été fécondés. En effet, soumis à la dissection, ils ne montrent pas de pépins en voie de développement. Ce sont des fruits parthénocarpiques. On peut rencontrer d'ailleurs de ces grains qui, sans acquérir le volume des autres, arrivent à maturité. Il se fait chez certains de nos cépages, d'une manière accidentelle, ce qui est constant chez le *raisin de Corinthe*, la *Sultanie* où les grains sont toujours dépourvus de pépins. La coulure physiologique ne doit pas exister chez ces derniers.

*
* *

La Floraison, la Fécondation et la Fructification chez Noyer cultivé en 1926.

Le Noyer cultivé est le plus souvent greffé. Cette culture a permis de maintenir les caractères de variétés remarquables, adaptées à certaines régions, à certains climats.

L'origine et la production de ces variétés sont dues le plus souvent au hasard. Les croisements naturels, ajoutés à l'influence du sol et de conditions locales ont favorisé la naissance de ces variétés. L'histoire de quelques-unes d'entre elles offre le plus grand intérêt. Ce n'est point ici le lieu de la rappeler.

Dans certaines contrées, le noyer cultivé est direct et offre aussi une production qui, sans être aussi régulière que celle des noyers greffés, se montre intéressante. On peut y remarquer une certaine adaptation au sol et au climat, révélée par la persistance de certains caractères dans les plantes issues de semis.

Quoi qu'il en soit, la production avec le greffage pouvait varier, mais se montrait sensiblement régulière et constante. Or, en 1926, le déficit a été général et à peu près total pour certaines variétés.

Essayons d'analyser les faits tels qu'ils se sont passés. Voyons d'abord comment sont constituées l'inflorescence et la fleur chez les *Juglans* et comment la fécondation a lieu.

L'inflorescence et la fleur dans le genre *Juglans* L. — Je rappellerai brièvement les caractères des organes floraux chez ces plantes.

Les fleurs mâles et les fleurs femelles sont séparées. Les premières forment des chatons développés naissant sur le vieux bois tandis que les secondes apparaisent sur les pousses de l'année, lorsque celles-ci ont quelques feuilles et se trouvent groupées à l'extrémité des rameaux en nombre variable, 2, 3 ou 4.

Ce sont là des caractères des *Choripetalae*, auquel appartiennent la série des *Juglandales* avec une seule petite famille: les *Juglandacées*.

Inflorescences et fleurs mâles. — Les chatons sont allongés, pendants, ils offrent des écailles à l'aisselle desquelles sont groupées les étamines. Ces dernières sont presque sessiles; les anthères sont arquées, peu allongées et s'ouvrent par une fente. Leur nombre est variable: de 18 à 36 dans un chaton. Chaque anthère donnant beaucoup de pollen, le chaton tout entier en produit une quantité considérable et, enfin, en considérant l'ensemble des chatons d'un arbre adulte, on peut se faire une idée de l'énorme masse de poussière fécondante qui naît ainsi chaque printemps. Elle est uniquement transportée par le vent. Ce caractère de l'anémophyllie des Noyers exige un excès de pollen, parce que son transport est livré au hasard et au caprice des conditions atmosphériques et qu'une grande partie peut être perdue sans que la fécondation cesse d'être assurée.

Les noyers se rangent parmi les plantes qui donnent des « pluies de soufre », comme les Pins, c'est-à-dire que s'il survient des pluies au moment de l'émission du pollen, on voit une matière jaunâtre ayant l'apparence du soufre, recouvrir l'eau des mares, flasques d'eau, fossés, etc.

Fleurs femelles. — Les fleurs femelles, avons-nous dit, constituent une petite inflorescence en grappe, groupant 2, 3, 4 fleurs, quelquefois davantages. Sépales et pétales sont soudés avec la partie inférieure du gynécée, de manière à constituer un ovaire infère à style court surmonté de deux stigmates verdâtres, larges, feuillus, à surface repliée, irrégulière, caractère curieusement propre à retenir le pollen.

Ces organes acquièrent peu à peu les qualités requises pour faciliter sa germination: aspect visqueux, luisant, grâce à un temps beau et chaud. La durée de la réceptivité vis-à-vis de l'élément mâle varie d'une plante à l'autre. Chez la vigne par exemple, Millardet a conservé des stigmates en bon état pendant 8 à 9 jours dans ses hybridations. Au delà de ce temps, si le stigmate n'a rien reçu, il se flétrit et son temps de réceptivité est passé. Les grains le pollen ne sont plus retenus, quel que soit leur nombre et la fleur tombe.

Chez la *Corne*, le temps de réceptivité du stigmate dure plusieurs

jours. Il doit être sensiblement le même chez les autres variétés cultivées, bien que des déterminations précises n'aient pas été faites.

Les fleurs des *Juglans* sont *dichogames*, c'est-à-dire que les organes mâles et les organes femelles ne s'épanouissent pas en même temps. De plus, ce sont les premiers qui apparaissent d'abord; il y a *protandrie*. Depuis longtemps ce fait a été remarqué par Delpino (1) chez le *Juglans regia* puis chez le *Corylus avellana* (Noisetier).

Les chatons mâles naissent en premier lieu sur le vieux bois, souvent avant même l'apparition des feuilles, émettent leur pollen puis tombent. Plus tard, les petites fleurs femelles verdâtres, cachées, se montrent.

Ces faits ne sont pas rares dans le règne végétal. Observés dans des groupes variés, ils se montrent aussi bien chez les fleurs dioiques qu'hermaphrodites. Ils existent non seulement chez le *Juglans* d'Europe, *J. regia*, mais chez toutes les espèces de *Juglans*. Il n'en est pas de même dans les autres genres (*Carya*, *Platycarya*, etc.).

Il semble que ce soit là des conditions très défavorables pour une bonne fécondation. Cette dernière même paraît impossible à réaliser. Il n'en est rien.

Le pollen répandu, avant l'apparition des fleurs femelles, n'est pas perdu. Loin de là. Il se répand partout sur les feuilles, les branches, sur les bractées, sur les autres plantes, sur le sol. Tout dépend de la durée de sa faculté germinative. Or, depuis qu'il a été effectué des croisements, des hybridations dans les genres de plantes les plus divers, on sait que cette durée est beaucoup plus grande qu'on ne l'aurait supposé. Pour la vigne, par exemple, non seulement elle peut durer une saison, mais certains hybrideurs affirment obtenir couramment des fécondations, avec du pollen d'un an, pourvu qu'il ait été conservé à l'état sec.

Au moment où les stigmates acquièrent leur maturité, le pollen existe, et il est répandu partout sur les noyers, sur le sol. Si le temps est beau et chaud, un vent faible, un remous léger de l'atmosphère mettent toute cette poussière invisible en mouvement et comme un seul grain suffit pour effectuer la fécondation, on voit que celle-ci sera facilement assurée.

En 1927, pour la variété *Corne*, les chatons mâles sont sortis vers le 18 avril, date qui a coïncidé avec une période de temps beau et chaud. Puis des températures basses et froides ont entraîné la chute des organes mâles, mais le pollen avait été émis, les fleurs femelles étaient développées vers le 15 mai. La fécondation s'est opérée dans de bonnes conditions et cette année a été remarquable par l'abondance des Noix.

On peut ajouter d'ailleurs que tous les chatons ne s'épanouissent pas

(1) Delpino. — Ult. osservazione sulla dicogamia (*Gardeners Chronicle*, 1847, p. 541-558). — Sulli sopra una lignaggio anemophilo. Florence, 1871.

en même temps, que certains noyers retardataires donnent assez de pollen pour féconder la plupart des fleurs des Noyers voisins, parfois éloignés. En outre, dans certains pays, là où les plantations ne sont pas régulières, là où les sujets naissent au hasard, il existe toujours des individus sauvages, différents par la date de leur pousse et de leur floraison qui peut s'échelonner depuis la première époque jusqu'à l'été. Ces noyers suffisent pour féconder un grand nombre d'autres noyers, et cela parfois à des distances considérables.

*
* *

Nous avons supposé plus haut, que des conditions de beau temps et de chaleur suffisante, avaient présidé à l'épanouissement des chatons et des fleurs femelles. Mais il n'en est pas toujours ainsi.

Bien que des mesures n'aient pas été effectuées, que je sache, pour les Noyers, nous pourrons établir quelques comparaisons avec ce qui se passe chez la Vigne. Originaires de l'Orient, de contrées plutôt chaudes, ces deux plantes sont assez comparables, au point de vue auquel nous nous plaçons. Toutefois, le noyer vit et fructifie à une altitude plus élevée. Quelques divergences les séparent, tant au point de vue constitutionnel, étant donné l'éloignement des familles auxquelles elles appartiennent, que dans le mode de floraison et de fécondation.

Nous avons vu que la floraison du chasselas, par exemple, d'après Millardet, commence à 15°, qu'elle n'est bien indiquée qu'à 17° et enfin que sa marche ne devient régulière et rapide qu'à 20° et au delà Pour les Noyers, ces conditions n'ont pas été notées, elles changent d'ailleurs avec les variétés selon qu'elles sont plus hâtives, tardives, etc. La plupart de celles-ci fleurissent plus tôt que la vigne. Les unes commencent en avril, la plupart émettent leurs organes floraux en mai, enfin d'autres en juin seulement avec, d'ailleurs, une frotandrie accentuée.

*
* *

Envisageons maintenant ce qui s'est passé en 1926. Reportons-nous aux données météorologiques exposées au début de ce travail. Nous avons vu que, pendant la dernière moitié d'avril, il y a une chute de température sensible du 16 au 29 avec temps couvert, ou très nuageux et pluie fréquente, presque quotidienne. J'ai eu l'occasion d'observer des Noyers dont les chatons étaient formés pendant cette période. Les étamines bien vertes *ne s'ouvraient pas*. Un grand nombre de chatons sont tombés dans cet état de non-maturité. Les fleurs femelles n'étaient pas encore épanouies d'après ce qui a été vu.

Chez les variétés, dont les anthères avaient pu s'ouvrir, il est évident

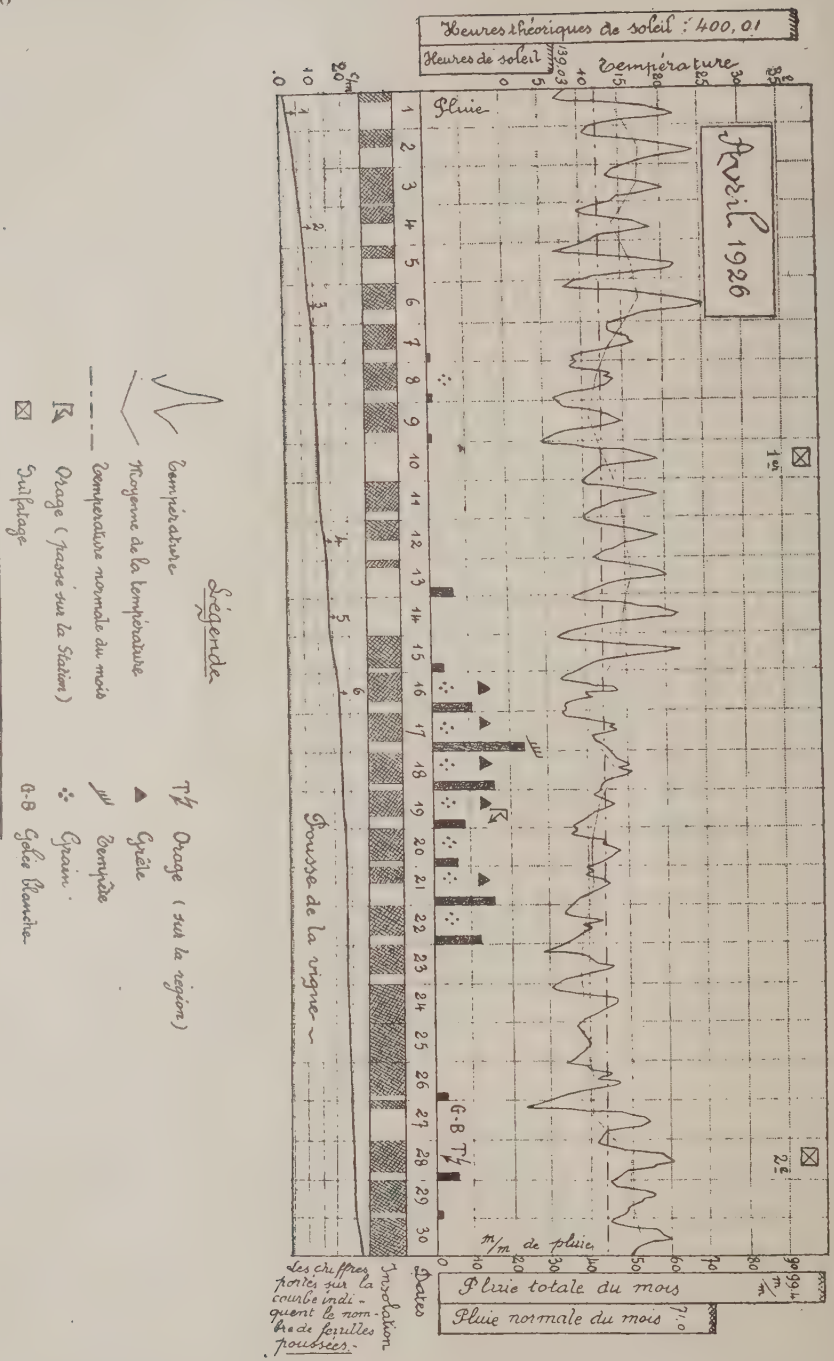


Fig. 1. — Température, hauteur des pluies, etc. du mois d'avril 1926. Graphique extrait du *Bulletin du Centre de Recherches agronomiques de Bordeaux*, d'après les relevés de la Station de physique et de météorologie agricoles.

que les pluies avaient entraîné le pollen, qui au lieu de se répandre sur tous les organes du noyer, et des plantes environnants, sur le sol sec, comme dans le cas de beau temps, s'accumule à la surface des flaques d'eau, des mares, des ruisseaux, pour former la « pluie de soufre ». Rien n'est plus préjudiciable au pollen que le contact de l'eau et son séjour dans ce liquide. Il s'y altère, est la proie des bactéries et des moisissures, gonfle, éclate.

Le 28, le 29 et le 30 avril, la température s'est un peu relevée, mais les pluies sont redevenues presque quotidiennes suivies d'une chute du thermomètre si bien que le 8 mai, il y a une gelée, qui ne semble pas s'être produite en Gironde, mais est bien marquée en certains points de la Dordogne, Corrèze, Charente (voir graphique fig. 1).

Ce gel s'est renouvelé en certains points. Mais comme le premier, il ne s'est pas produit partout. Il va sans dire que les régions abritées, bien exposées, y ont échappé, tandis que dans les vallons froids, soumis au vent du nord, sur les pentes ou dans les creux, où le soleil ne pénètre pas, il y a eu des chatons gelés. A ces dates, il m'a été donné de rencontrer parfois ces organes secs, grillés sur l'arbre même, alors que normalement ils n'acquièrent cet état qu'après leur chute, sur le sol. Quand ils tombent, ils sont encore verdâtres ou brunâtres, mais non desséchés. Voulant recueillir du pollen sur un *Juglans nigra* vigoureux, il m'a été impossible d'en trouver, tous les chatons étant morts sur l'arbre même, ce qui n'a pas lieu habituellement.

Peut-être une certaine proportion de stigmates et de fleurs femelles ont-ils été atteints. Mais je n'ai pas d'observations personnelles à ce sujet. D'ailleurs, ces dernières, par leur masse, leur situation protégée, peuvent échapper à ces actions, mieux que les fleurs mâles. De plus, elles sont venues postérieurement à elles.

Toutefois, loin d'être généraux, ces cas de gelées ont été isolés. Deux ordres de faits principaux ont contribué à la non-fécondation d'un grand nombre de fleurs chez le Noyer:

1° Les basses températures qui ont empêché ou gêné le développement des fleurs mâles, notamment l'ouverture d'un grand nombre d'anthères, de sorte que la quantité de pollen émise a été moindre que dans les conditions normales, parfois annihilée.

2° Les pluies fréquentes qui ont entraîné le pollen, et lavé les stigmates. Ces derniers n'ont pas atteint, dans un grand nombre de cas, le degré de maturité nécessaire.

Il a paru dans un journal de l'Isère un article sur le sujet qui nous occupe et dans lequel « agriculteurs et hommes de laboratoire » sont assez mal traités. L'auteur, ayant constaté que tous les chatons étaient tombés au moment où les fleurs femelles ont apparu, a cru pouvoir conclure que dans ce fait résidait la cause de la pénurie de récolte. On a vu que des causes

multiples sont intervenues (1). Mais, cette succession des fleurs mâles et des fleurs femelles est normale et malgré la disparition des chatons, le pollen n'en existe pas moins. C'est une apparence trompeuse, bien faite pour induire en erreur. La dichogamie est la règle générale dans le genre *Juglans* et grâce à leur énorme production de pollen, les Noyers ont une fécondation assurée à deux conditions: 1° la température est assez élevée pour permettre l'ouverture des anthères et la maturité du pollen: 2° cette déhiscence et la maturité des stigmates ne coïncident pas avec des pluies prolongées et une température insuffisante.

L'interprétation à laquelle je faisais allusion plus haut est inexacte, non conforme aux faits, et par suite inadmissible. Elle est en contradiction avec la possibilité de la conservation de la faculté germinative du pollen, qui se maintient vivant assez longtemps. Seuls l'humidité, le contact de l'eau, favorisent sa destruction par les bactéries et les Mucédinées.

*
* *

L'examen de ce qui s'est passé chez la vigne et chez les arbres fruitiers va renforcer cette manière de voir.

L'accord est complet pour ce qui concerne la pénurie de récolte chez la vigne, qui, rarement a été aussi basse. L'opinion est aussi unanime pour admettre que cette faible production n'est pas due aux maladies cryptogamiques habituelles: rot gris, rot brun, black rot, pourriture grise. Cependant, quelques causes secondaires y ont contribué. J'y reviendrai à la fin, en matière de conclusion générale.

C'est donc bien la coulure physiologique. La fécondation a été empêchée par diverses circonstances déjà analysées. Or, ici, les fleurs sont hermaphrodites, mais elles ne sont pas dichogames. Les anthères et le pistil réunis arrivent à maturité au même moment. On ne peut invoquer l'absence de l'élément mâle. Et, cependant, le résultat a été le même que chez les Noyers. Les mêmes causes qui ont agi sur ces derniers pour empêcher la pollinisation, doivent être invoquées chez la vigne et chez les arbres fruitiers.

Ceux-ci offrent des fleurs hermaphrodites dont les éléments sexuels ont une maturité contemporaine. De même que pour la vigne, les altérations des parties constituantes de ces fleurs ne sont pas dues à des maladies cryptogamiques. Résultats tout à fait analogues sans que l'on puisse invoquer l'absence ou la mauvaise conformation des éléments sexuels.

(1) M. Gard. — Les Noyers en France en 1926. (*Bulletin de l'Office des Renseignements agricoles*, n° 24, 15 décembre 1926, p. 354.)

Si la fécondation n'a pas eu lieu chez un grand nombre de fleurs, c'est que de déplorables conditions extrinsèques ont présidé: 1° à la maturité, à la sortie des éléments mâles, à leur transport; 2° à la maturité des stigmates, à leur facilité de rétention des grains de pollen; 3° à la germination de ce dernier.

Chez la vigne, chez les arbres fruitiers, aussi bien que chez les noyers, une chaleur insuffisante n'a pas permis l'ouverture d'un grand nombre d'étamines; aux environs du 8 mai, quelques gelées locales dans le sud-ouest ont été néfastes; les pluies ont entraîné le pollen chez celles qui ont pu vivre, et elles ont, en outre, empêché des stigmates de jouer leur premier rôle, celui de collecteurs de pollen. Pendant de très courts moments seulement, la fécondation a pu s'opérer avec un pollen peu abondant.

Enfin, pour le Noyer, ce sont les variétés qui ont fleuri au moment des refroidissements de l'atmosphère et des pluies qui ont offert le plus de coulure.

*
* *

Comment se sont comportées les diverses variétés de Noyers en 1926.

Pour bien se rendre compte de l'état des noyers et de la pénurie de récolte constatée, il est nécessaire d'envisager non seulement les méfaits causés par les gels localisés, les températures basses, les pluies, les maladies cryptogamiques, que les intempéries ont favorisées, mais encore certaines maladies physiologiques telles que la chlorose et enfin la sécheresse. J'y reviendrai plus loin.

Toutes ces actions se sont fait sentir d'une manière inégale, selon les régions ou les variétés, de sorte que les résultats observés sont parfois bien différents.

Ces divergences pouvaient être réunies dans une même région, là où le Noyer, en général non-greffé, pousse spontanément au hasard des germinations. C'est ce qui avait lieu dans les zones calcaires des Charentes où l'on pouvait voir à côté de noyers dépouillés, à des degrés divers, sans fruits ou presque et très tachés d'anthracnose, d'autres noyers bien verts, ayant un feuillage abondant et normal et des fruits en quantité suffisante (fig. 4 et fig. 5). Ils constituaient néanmoins le petit nombre. Par suite de la dichogamie-protandrie, de l'énorme quantité de pollen émise, les hybridations et métissages sont fréquents dans le genre *Juglans*. Ces divergences sont donc dues aux variations bien connues qu'entraînent les croisements et les semis naturels. Il naît des individus hâtifs, des individus tardifs et

des intermédiaires. Or, ceux-là, à la pousse et à la floraison du premier printemps, ont subi les influences du froid; les seconds ayant poussé tard, à un moment où les pluies étaient plus rares et où la température s'était élevée, ont échappé à ces actions.

Dans ces mêmes régions, la chlorose a sévi avec une certaine intensité. Là où la vigne était atteinte, le noyer l'était également dans des terres dosant de 40 à 45 %de calcaire. J'ai fait des observations analogues en certains points de la Corrèze, notamment à Ayen et à Meyssac.

Fig. 4. — Noyer photographié en septembre 1926, dans la région de Nouzac (Charente). Son feuillage est abondant et normal. Noyer tardif, de semis naturel, non greffé.

Le jaunissement du feuillage paraît se produire parfois dans des terres contenant moins de calcaire.

L'action de ce dernier dépendrait-elle non seulement de sa teneur, mais aussi de facteurs secondaires, nature des terres, quantité de pluie, présence ou absence d'infiniments petits chimiques?

J'ai eu l'occasion de parcourir une partie de la région pyrénéenne et sous-pyrénéenne. Les résultats se sont présentés avec les mêmes variations. Toutefois, dans les vallées d'Ossau et d'Argelès, les noyers étaient en majorité bien verts et offraient un feuillage et une fructification à peu près normaux.

Fig. 5. — Noyer photographié à la même date que celui de la fig. 4 à Nouzac (Charente). Il a perdu à peu près tout son feuillage par suite des attaques de l'anthracnose. Noyer hâtif de semis naturel non greffé. Au second plan, des noyers sont également dépouillés. Au 3e plan, on aperçoit seulement les têtes par suite de la déclivité du sol : les unes sont dénudées, les autres bien feuillues correspondant à des noyers à pousse hâtive ou à pousse tardive.

Parmi nos variétés les mieux fixées, la *Corne* semi-tardive, après avoir perdu un grand nombre de feuilles au début, parfois la totalité, s'est refaite quand la chaleur est revenue et a donné une récolte qui, loin d'être abondante, a été cependant une des meilleures. On l'évalue à un tiers de la production habituelle.

La *Noix de Brantôme* a plus souffert que la précédente, parce que plus hâtive.

Les variétés *Lalande*, *Grand Jean* et *Marbot* ont été très frappées, surtout cette dernière, chez laquelle la coulure a été à peu près générale et absolue. Elle est, en effet, une des plus hâtives, et malgré sa répartition dans des régions bien exposées et des terrains chauds, comme la région de Meyssac, la vallée de la Dordogne, les intempéries d'avril et de mai lui ont été néfastes. Les attaques de l'anthracnose non seulement ont provoqué de graves dommages sur le feuilage en entraînant sa chute, mais les chancres ont été très nombreux sur le bois de cette variété, dont l'épiderme lisse et fin, offre, semble-t-il, moins de résistance à la pénétration du parasite.

La *Noix Carême*, par son origine, ses caractères et sa répartition, offre le plus grand intérêt. Elle n'a donné, dans la région de Villeneuve d'Aveyron, qu'une récolte très déficitaire, d'après les notes communiquées par M. Dumoulin, maire de Villeneuve.

Dans l'Est de la France, notamment dans l'Isère, il a été noté des variations aussi grandes (1). Parmi les variétés constituant la Noix de Grenoble, si appréciée sur les marchés étrangers, la *Mayette* a été surtout atteinte, la *Franquette* l'a été à un degré moindre, la *Chaberte* et la *Parisienne*, dont la pousse et la floraison sont beaucoup plus tardives, se sont comportées beaucoup mieux, presque normalement en certains points.

En résumé, les noyers très tardifs ou bien exposés, qu'ils soient venus de semis naturels ou greffés, ont offert un état et une fructification normaux dans quelques cas; mais la plupart ont vu leur production plus ou moins réduite, jusqu'au tiers environ de la récolte habituelle. Par contre, les variétés hâtives ont subi des dommages considérables, marqués sur le feuillage, sur les fleurs, sur la fécondation, par une coulure plus ou moins intense selon les régions, quelquefois presque totale.

*
* *

Développement des Maladies Cryptogamiques sur les Noyers en 1926.

En outre de ces actions néfastes, les mauvaises conditions météorologiques de 1926 ont provoqué le développement d'une maladie cryptoga-

(1) D'après les renseignements que m'a communiqués M. Ginet, professeur d'agriculture, que je remercie de son obligeance, et d'après ce que j'ai pu constater moi-même aux environs de Saint-Marcellin.

mique, l'anthracnose, développement qui a pris un caractère d'acuité absolument inusité.

L'anthracnose. — L'anthracnose sévissait plus ou moins selon les régions, les variétés, les climats, sans causer un préjudice considérable, sauf en dépréciant une certaine quantité de noix par les taches sombres qu'elle développe sur le brou qu'elle dessèche et colle sur la coque en certains points. Cette dernière prend un aspect terne, au lieu de la belle couleur claire des noix non-attaquées.

Le feuillage, bien qu'atteint, comme celui de la Marbot, dans la Corrèze, la Mayette, la Franquette ou la Parisienne dans l'Isère, n'offrait que quelques taches dispersées, qui n'entraînaient pas sa chute.

Il en a été tout autrement en 1926. Les feuilles apparues pendant la période froide et pluvieuse de mai, sont tombées en totalité ici, partiellement là, si bien que, à la fin de ce mois, certains noyers étaient complètement dépouillés comme en plein hiver et sur le sol gisait un nombre assez considérable de feuilles. Les taches avaient été si nombreuses, qu'elles avaient entraîné le noircissement total de la feuille et sa chute.

Lorsque la température s'est relevée, en juin, et que les pluies sont devenues moins fréquentes, un nouveau feuillage s'est reformé. Il n'a pas été complètement épargné par le *Marsonia Juglandis* mais les taches, moins nombreuses, n'ont provoqué ni la mort ni la chute des organes foliacés.

Mais ce ne sont pas seulement les feuilles qui ont subi les attaques des conidies de ce champignon. Les rameaux ont montré les dépressions chancreuses bien connues, tandis que les jeunes noix ont offert des taches brunes, puis noires. Prilleux et Delacroix (1) ont admis que la chute d'une proportion plus ou moins élevée de jeunes noix est due aux attaques de l'anthracnose.

Action de l'anthracnose sur la chute des noix. — La chute d'une certaine quantité de jeunes ovaires commence de bonne heure, dès que la floraison est terminée, et elle s'échelonne sur un espace de temps plus ou moins long. Au début, ce sont des ovaires à peine grossis, puis leur volume augmente un peu, mais il n'atteint jamais une valeur considérable, à peu près le volume d'une noisette, rarement davantage.

Cette chute peut durer plus ou moins longtemps, selon les années, 15 jours à trois semaines. Elle semble avoir été un peu plus longue en 1926 que d'habitude.

En outre du fait si remarquable de la chalazogamie, on sait que la fécondation n'a pas lieu de suite chez les *Juglans*, par suite de l'incomplète

(1) Prilleux et Delacroix. — Les maladies des Noyers en France. (*Bulletin du Ministère de l'Agriculture*, 1898.)

constitution du sac embryonnaire au moment où le tube pollinique pénètre dans le nucelle. Il s'écoule un certain temps entre cette organisation et la pénétration du noyau qui fécondera l'oosphère. L'évolution de l'embryon est lente, de sorte que, dans les premiers temps, les jeunes fruits paraissent en être dépourvus.

Quoi qu'il en soit, en 1926, j'ai récolté et examiné un grand nombre de ces jeunes noix tombées sur le sol et j'ai noté que la plupart portaient une ou deux taches d'anthracnose, noirâtres. L'examen microscopique permettait d'affirmer qu'il s'agissait bien du *Marsonia Juglandis* et non d'un traumatisme.

Au début, il n'est pas possible d'affirmer, d'après ce qui vient d'être dit, si on a affaire à des ovaires non fécondés, devenus caducs par suite de l'attaque de l'anthracnose. Mais plus tard, il n'en est pas de même. On peut reconnaître la présence d'un jeune embryon dans les nouvelles noix tombées et ici l'influence du parasite ne semble pas niable.

En 1927, j'ai examiné aussi un grand nombre de ces jeunes noix. Il en est tombé beaucoup moins qu'en 1926, ce qui viendrait à l'appui du rôle joué par l'anthracnose dans cette chute. De plus, peu ont montré les taches caractéristiques, si abondantes en 1926. On doit donc admettre que les attaques de ce parasite sur les jeunes fruits peuvent provoquer leur chute, mais dans le jeune âge seulement. Plus tard, il n'en est plus de même. Les taches tardives ou peut-être même certains envahissements bénins du début, se retrouvent sur les fruits adultes et mûris en y laissant des traces indélébiles, brunes ou noirâtres qui atteignent même la coque, si le brou reste en ces points adhérent à la noix elle-même.

En tout cas, bon nombre se montrent tachées d'anthracnose à maturité chez certaines variétés, ce qui constitue une cause de dépréciation sur le marché.

Après fécondation, il tombe en général une quantité assez élevée de jeunes fruits. Mais l'examen microscopique permet de constater que beaucoup n'ont pas été fécondés. Cette chute est la conséquence d'une coulure physiologique. Certains praticiens affirment que s'il n'en tombait pas, il y en aurait trop, au grand préjudice de la vigueur de l'arbre et de la grosseur du fruit lui-même.

Conditions qui favorisent le développement de l'anthracnose du Noyer. — L'étude des conditions météorologiques du printemps et de l'été 1926 a été une source d'enseignements précieux sur les causes qui favorisent le développement de ce parasite. Une température basse accompagnée de pluies nombreuses, fréquentes, lui donnent un essor énorme. Les conidies produites en quantités considérables sont disséminées par le vent et germent dans les gouttelettes d'eau retenues sur les feuilles, comme les spores du mildiou et du black-rot.

L'évolution de la maladie, eu égard aux circonstances atmosphériques, n'est pas sans analogie avec les précédentes. L'attaque se produit après des pluies qui placent les noyers dans un état de réceptivité comparable à celui de la vigne. Il y a aussi des périodes d'invasion intéressant un certain nombre de feuilles. En 1926, toutes les feuilles développées jusque vers le milieu de mai furent envahies et tombèrent. Les suivantes développées plus tard furent moins tachées et restèrent en place. Les périodes de contamination par étage sont moins remarquables que chez la vigne parce que les pousses du noyer sont beaucoup plus courtes, mais elles n'en existent pas moins.

Ce qui s'est passé en 1927 vient à l'appui de ces données. Sur les *Juglans Hindsii* et *J. californica* qui sont très sensibles à ce mal, ce sont les premières feuilles sorties en mai qui sont fortement attaquées et finissent par tomber. Malgré les pluies de juillet et d'août, l'étage des feuilles correspondant à cette période est resté indemne, du moins à Bordeaux, ou si quelques taches se sont montrées, elles n'ont pas entraîné la chute des organes foliacés.

Voici quelques résultats relatifs à quelques espèces cultivées dans les collections de la Station de Pathologie végétale de Bordeaux pour l'année 1927. J'ai fait les mêmes observations dans mes diverses pépinières et champs d'expériences, que j'ai créés dans plusieurs départements. A la date du 20 septembre 1927:

Noms des Espèces	Nombre de feuilles tombées	Nombre de feuilles tachées
J. Hindsii	7	6
J. Californica	6	6
J. Duclouxiana	0	0
J. cinerea	0	4
J. nigra	0	3
J. Sieboldiana	0	0
J. sinensis	0	0
J. regia	0	6

Les espèces de *Juglans* se montrent très inégalement sensibles aux attaques de l'anthracnose. En tête viennent les *J. californica* et *J. Hindsii* qui sont d'une sensibilité telle, que certains plants ont succombé sous ses atteintes. Depuis plusieurs années, je constate tous les ans qu'un certain nombre de feuilles tombent du fait de l'envahissement du champignon, parfois la totalité. S'il en reste ou s'il s'en reforme, elles sont très fortement tachées. Toutefois, chez les individus robustes, l'étage de feuilles correspondant aux périodes de chaleur reste, sinon indemne, du moins non caduc. Les *Juglans nigra, cinerea* sont moins atteints en ce sens qu'ils perdent rarement leurs feuilles, à quelques exceptions près. La proportion des feuilles tachées est variable et le plus souvent, il en reste un bon nombre dépourvues de tout

envahissement. Le Noyer européen se comporte d'une manière à peu près analogue.

Les *Juglans Sieboldiana, cordiformis, sinensis*, sont très résistants, surtout les deux premiers. Ils sont en général dépourvus de taches. Quant aux *Carya* et aux *Pterocarya*, ils se montrent à peu près réfractaires à ce mal. Parfois, cependant, quelques altérations s'observent çà et là chez quelques espèces, mais elles n'entraînent pas la chute des feuilles et sont sans gravité.

* * *

On a vu que dans la deuxième quinzaine d'avril 1926, la température moyenne a oscillé autour de + 10°. De plus, l'état hygrométrique moyen a dépassé la normale (73 %) pendant 21 jours.

En mai, la température moyenne journalière est restée 20 jours au-dessous de la normale. Elle s'est maintenue entre + 10° et + 15°, mais par deux fois, dans les 20 premiers jours, elle est descendue au-dessous de + 10°, assez fortement le 7 mai, date qui a coïncidé avec certaines gelées localisées.

Mêmes constatations en ce qui concerne l'état hygrométrique. Ce dernier est resté 27 jours égal ou supérieur à la normale (70 %).

Or, c'est dans cette période du 15 avril au 20 mai que l'anthracnose s'est développée au point que *toutes les feuilles de la variété Corne* sont tombées dans certaines parties de la Dordogne, à Sorges, chez MM. Buisson. Il est vrai qu'ailleurs, à Ayen par exemple, en Corrèze, cette chute ne fut que partielle pour la même variété.

Quoi qu'il en soit, les conditions *optima* du développement de l'anthracnose sont *une température voisine de* + 10° *et un état hygrométrique élevé* (70 %) avec pluies fréquentes.

Traitements contre l'Anthracnose

Quelques expériences ont été instituées contre ce parasite en 1926, malheureusement à une époque tardive, en juin. Un deuil m'a empêché de les organiser plus tôt. Les unes ont été faites chez MM. Buisson, à Sorges (Dordogne), les autres près d'Ayen (Corrèze) dans un champ d'expériences loué à M. Lagorce.

Dans les unes et les autres, de la bouillie bordelaise à laquelle avait été incorporé 125 grammes d'un produit arsenical, a été répandue sur quelques jeunes noyers d'une vingtaine d'années, en laissant, cela va sans dire, des témoins voisins. Le liquide a été répandu avec un appareil Vermorel ordinaire muni d'une grande lance.

A Sorges, il y a eu une légère différence entre les deux catégories de

noyers. Ceux qui ont reçu la bouillie ont conservé leurs feuilles un peu plus longtemps, et plus vertes. La bouillie s'est montrée très adhérente, grâce probablement au produit arsenical.

Fig. 6. — Jeunes Noyers traités à la Bouillie bordelaise à Ayen (Corrèze), (var. Corne).

A Ayen, le résultat a été plus net, les sujets sulfatés ont conservé leurs feuilles tandis que les autres ont été dépouillés (fig. 6 et fig. 7). Je compte reprendre ces essais.

*
* *

Le Microstroma (*Exobasidium*) *Juglandis* (*Breng.*) *Sacc.* — Ce parasite passait à peu près inaperçu chaque année. Il forme des taches blanches à la face inférieure des feuilles, le long des nervures et en général peu étendues, tandis que la partie correspondante de la face supérieure devient jaune. Quelquefois cependant, on rencontre des folioles très envahies et la quantité de

spores produites est telle que la tache est d'un blanc laiteux tranchant sur le vert resté sain (1).

Le *Microstroma Juglandis* ne se rencontre guère que dans les pépinières, sur les jeunes plants ou les jeunes greffes, parfois sur des arbustes, mais les individus adultes paraissent en être exempts.

Fig. 7. — Jeunes Noyers témoins non traités. Ayen (Corrèze). Ils ont perdu leurs feuilles (var. Corne).

Dans les collections de la Station de Pathologie végétale de Bordeaux, il a sévi fortement sur les Noyers du Yu-nam, âgés de 6-7 ans. Quelques-uns ont perdu presque toutes leurs feuilles, et l'un d'eux a séché. Les *Juglans regia* un peu plus âgés ont été aussi attaqués, tandis que les autres espèces exotiques (*Juglans nigra, cinerea, Sieboldiana, cordiformis, Hindsii, Californica*) n'ont

(1) M. Tempère, alors Préparateur à la Station Entomologique, a récolté au printemps de 1926, dans les Basses-Pyrénées, des branches d'un noyer sauvage dont les folioles étaient couvertes d'énormes taches blanches que j'ai reconnu être produites par le *Marsonia Juglandis*. Elles dépassaient de beaucoup les dimensions habituelles.

été que peu ou pas atteints. Je l'ai observé en Gironde, Dordogne, Charente, Corrèze.

Il n'est pas douteux que les conditions météorologiques de 1926 ont favorisé son développement. Comme pour l'anthracnose, ce sont les pluies et la température basse du premier printemps qui ont déclanché cette expansion. C'est ainsi qu'en cette année 1927, il est bien moins répandu malgré les pluies de juillet et d'août, j'ai pu le cultiver sur divers milieux (fig. 8).

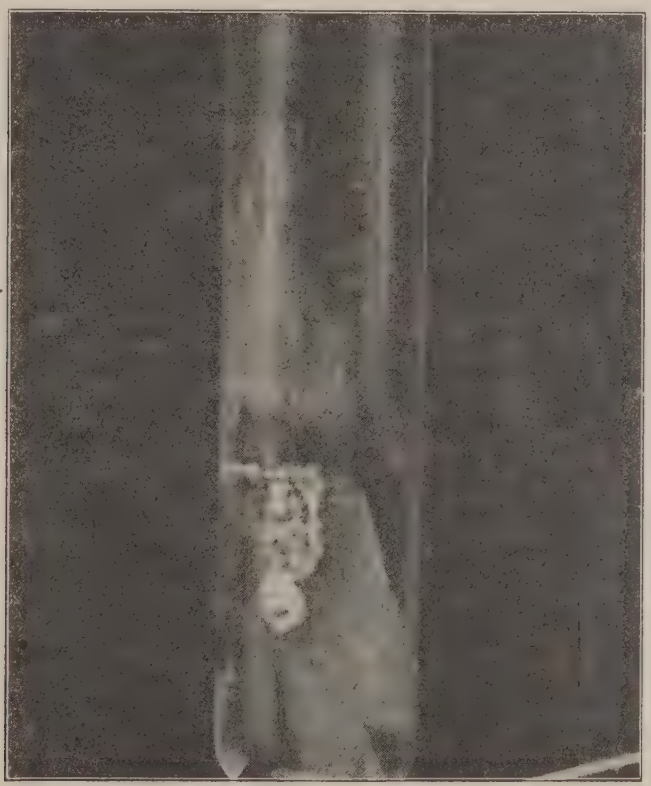


Fig. 8. — Culture du *Microstroma Juglandis* sur cube de carotte.

*
* *

Les Maladies Physiologiques en 1926

La sécheresse. — Le Noyer cultivé (*J. regia*) ne s'accommode ni des terrains secs ni des terrains humides. Dans les premiers, après avoir crû normalement pendant son jeune âge, sa croissance se ralentit et il végète s'il est

atteint par la suite de cette forme de dépérissement lent caractérisé par le noircissement des tissus. Dans les seconds, l'emprise du pourridié sur les racines devient fatale. Il lui faut donc des terrains frais, qui s'égouttent bien, profonds et meubles. La sécheresse prolongée de 1926 faisant suite aux attaques violentes d'anthracnose a retenti sur la longueur des pousses, la dimension des feuilles et la grosseur des noix. C'est un fait qu'ont noté tous les agriculteurs qu'en année sèche, les noix ont des dimensions moindres qu'en année normale.

Si l'on suit le développement de ce fruit depuis la fécondation, on constate qu'à un moment donné, la jeune noix offre une cavité très riche en eau, ou du moins en un liquide séveux où l'eau constitue le véhicule essentiel. Plus tard, ce liquide disparaît; il a servi à constituer les éléments variés et complexes de ce fruit. Donc, à une certaine période de son évolution, il doit avoir à sa disposition une réserve considérable d'eau. De plus, des expériences classiques permettent de se rendre compte que la transpiration est très active chez le noyer, que sa richesse en chlorophylle indique que la chlorovaporisation est non moins intense. Son écorce épaisse, le nombre et le calibre de ses tubes criblés, la proportion élevée des vaisseaux du bois, la puissance de son système radiculaire font que les phénomènes de nutrition et d'élaboration y atteignent une intensité témoignée par la richesse et la puissance de sa végétation et de sa fructification.

Il est des régions où les noyers souffrent de la sécheresse et n'arrivent jamais à leur plein développement, particulièrement dans les sols par trop superficiels, ou encore, trop fissurés. Ils sont issus pour la plupart de semis naturels. On les a laissés en place par habitude, par routine, dans l'espoir de les voir grandir normalement. Mais, à partir d'un certain âge, leur croissance est arrêtée. Ils donnent peu ou pas de fruits: ils sont envahis par des saprophytes, recouverts par les mousses, les lichens, et enfin atteints de dépérissement lent marqué par l'existence de bois mort dans le couronnement qui se dessèche progressivement de haut en bas, par un métabolisme cellulaire assez complexe (1) dans la plupart des tissus, particulièrement dans l'écorce des racines.

*
* *

La chlorose calcaire. — La chlorose du Noyer s'observe çà et là dans les terrains très calcaires. Je l'ai constatée en Charente, principalement dans la région qui s'étend entre Barbezieux et Cognac. Là où la vigne était fortement chlorosée en 1926, le Noyer l'était également dans des terrains dosant de 40 à

(1) M. Gard. A. F. A. S. Congrès de Grenoble 1925. La maladie du noircissement chez le noyer cultivé.

45 % de calcaire. Parfois l'arbre n'était chlorosé que partiellement; la maladie n'intéressait qu'un côté, l'autre restant suffisamment vert. Il arrive même qu'une seule branche offre les caractères de la chlorose.

Le fait de répandre du sulfate de fer neige sous les noyers atténue ou fait disparaître pour un temps les caractères et les effets de cette maladie. On pourrait aussi badigeonner les plaies au moment de la taille et du nettoyage intérieur avec la solution que l'on emploie pour la vigne, c'est-à-dire une solution récente de sulfate de fer à 30 %.

J'ai observé des cas de chlorose vraie non seulement en Charente, mais en Dordogne, en Corrèze, dans le Lot. Toutefois, ils sont isolés, varient d'une année à l'autre et il ne semble pas qu'il en résulte un dépérissement total des noyers, comme cela se produit chez la vigne. Les deux années 1926 et 1927 ont été deux années à chlorose pour la vigne et j'ai pu constater des dépérissements graves chez des plantations primitivement vigoureuses de Saint-Emilion sur les porte-greffes rangés parmi les plus résistants, comme me l'a montré M. René Lafon, ingénieur agricole.

Alors qu'en 1926, la Vigne et le Noyer étaient atteints en Charente, seule la vigne l'est cette année (1927).

* * *

Conclusions

A. — La période de fin avril, la plus grande partie de mai et le temps qui s'est écoulé du 5 au 20 juin 1926, a été néfaste pour les Noyers, les arbres fruitiers et la vigne. La dernière quinzaine d'avril le fut aussi pour les variétés très hâtives de noyers et d'arbres fruitiers. Ces deux périodes ont été caractérisées par une température basse, des gelées localisées, des pluies particulièrement nuisibles à l'épanouissement, à la dissémination et au bon fonctionnement des organes accessoires des fleurs, et de leurs organes sexuels.

L'apparition à des dates différentes des fleurs mâles et des fleurs femelles n'est pas un obstacle à la fécondation par suite de la durée de la faculté germinative du pollen qui conserve ses propriétés, si des conditions favorables le maintiennent sans altération et permettent au moment voulu son transport sur les stigmates. C'est un phénomène normal non seulement chez les variétés cultivées du *Juglas regia*, mais chez toutes les espèces de ce genre. Ce n'est pas là qu'il faut chercher les causes de la pénurie de récolte des noyers en 1926. Elle a été la même pour la plupart des cépages et pour les arbres fruitiers. Or, dans ce cas, les fleurs hermaphrodites offrent des anthères et des pistils dont la maturité est contemporaine. Le défaut de fécondation et de fructification ne peut être attribué à l'absence de l'un des éléments sexuels, en l'espèce le pollen.

Pour un groupe de plants donnés, il faut des quantités de chaleur déterminées pour que les divers organes arrivent à leur complet développement. Dans le cas des *Juglans*, ces quantités sont moindres pour les chatons que pour les fleurs femelles. Selon que ces quantités ont été plus grandes ou plus petites, il y a avance ou retard dans l'époque des apparitions, mais le parallélisme reste le même, les écarts demeurent sensiblement constants.

Une fois les organes constitués, le phénomène de la déhiscence des anthères dépend ensuite de la température du moment et de l'état hygrométrique.

B. — Chez la vigne et les arbres fruitiers en général, dont les organes sexuels sont prêts en même temps, la coulure physiologique a été aussi forte que chez les Noyers.

Le défaut de fécondation est donc dû pour une part aux températures basses, insuffisantes pour permettre la déhiscence des anthères; à quelques gels localisés qui ont détruit les chatons et les inflorescences de la vigne; enfin aux pluies fréquentes qui ont entraîné le peu de pollen devenu libre et lavé les stigmates.

C. — L'anthracnose du Noyer a provoqué la chute d'un grand nombre de feuilles en mai 1926. Celles-ci, pourvues de très nombreuses taches sont devenues entièrement d'un brun noir. L'étude des conditions météorologiques permet de conclure que son développement acquiert le plus d'intensité vers + 10°, avec un état hygrométrique élevé (70 %), engendré par des pluies fréquentes.

L'abondante chute de jeunes noix en 1926 a été aussi due en partie au *Marsonia Juglandis*.

Les diverses espèces de *Juglans* sont très inégalement sensibles aux attaques de l'anthracnose. En tête viennent les *J. Hindsii* et *J. Californica*, parfois atteints au point de dépérir complètement. Puis viennent les variétés du *Juglans regia*, notamment la *Marbot*, la *Mayette*, etc. Les *J. cinerea* et *J. nigra* bien que plus ou moins tachés, résistent à cet envahissement. Les Noyers du Japon et de l'Asie sont à peu près indemnes. Les espèces des genres *Carya*, *Pterocarya* sont pratiquement d'une résistance absolue.

D. — Le *Microstroma Juglandis* a été plus abondant en 1926 que pendant les autres années et les lésions produites ont été graves chez les jeunes sujets de *Juglans regia* et sur ceux du Yu-nam. Il peut être facilement cultivé en milieux solides ou liquides.

E. — Pour la vigne, si à la coulure on ajoute les ravages dûs à l'Eudémis, l'action de la sécheresse qui a empêché le gonflement normal du grain, on aura l'explication à peu près complète de cette faible production de 1926, sans oublier les conséquences du gel du 15 octobre 1925, par les bois de taille, malades, défectueux, qu'il avait laissé, et ce qui était plus grave, par les bourgeons atteints dans leur vitalité.

INTRODUCTION A L'ETUDE CYTOLOGIQUE DES PLANTES AFFECTÉES PAR DES MALADIES A VIRUS

par M. Jean Dufrenoy,
Ingénieur Agronome, Docteur ès-Sciences,
Chargé de la Direction de la Station de Brive.

Les maladies à virus se manifestent extérieurement chez les plantes affectées dans la Nature, ou expérimentalement infectée, par des modifications de la couleur verte normale des tissus à chlorophylle.

Dans les cas de Mosaïque, de variégation ou de panachure, nous avons comparé la structure des cellules des plages décolorées à la structure des cellules des plages vertes voisines, et à celle des cellules de plantes saines témoins.

Dans les cas de chloroses infectieuses générales, de jaunisse affectant des organes entiers, la comparaison a été faite entre organes de plantes affectées et organes homologues de plantes vertes. On sait que des inclusions, analogues à celles des cellules animales affectées par des maladies à virus, ont été décrites sous des noms divers (x-bodies... intra-cellular bodies), dans les cellules de Tabac, Pomme de Terre, Chou de Chine, *Hippeastrum equestre* et *H. Johnsoni*, Maïs... affectées de certaines mosaïques dans le Blé affecté de « rosette », dans la Canne à sucre affectée par la Maladie de Fiji. Enfin, des « corps striés », ont été décrits dans les Tabacs affectés de certaines formes de mosaïque et dans certaines Pommes de Terre (var. Rural) inoculées avec le virus de la Mosaïque du Tabac.

L'objet de notre étude a été de faire connaître les modifications que subissent, dans les cellules affectées par les manifestations de la Mosaïque, les constituants cellulaires normaux.

Technique

Les tissus ont été étudiés d'une part vitalement, dans des solutions sucrées isotoniques (7.5 pour cent de saccharose à Cornell, 9 pour cent en

Floride) d'autre part, après fixation par le Regaud (Bichromate de Potasse 4 pour cent, 40 cc.; Formol neutre à 40 pour cent 10 cc.) ou par le Mewes (Ac. osmique 2 pour cent 5 cc.; Ac. chromique 1 pour cent 15 cc.).

Les divers aspects des plastes ou des mitochondries ont été observés successivement dans les cellules vivantes et après fixation; la coloration des vacuoles, très facile à obtenir vitalement dans les cellules normales en solution isotonique, est beaucoup plus difficile à réaliser dans les cellules affectées de mosaïque.

Cette coloration fournit en rouge des images comparables aux figures obtenues en jaune après fixation par le Regaud, avec cette différence que le contenu vacuolaire se colore uniformément — autant qu'il ne se forme pas de précipités — par le rouge neutre, tandis que les composés phénoliques du contenu vacuolaire sont généralement coagulés par le bichromate de potasse sous forme d'une masse spongieuse.

§ I. — Altérations nucléaires

Les noyaux de cellules affectées de mosaïque prennent la structure que Paillot a décrite sous le nom de « apparence laquée » dans les cellules d'insectes affectés de certaines maladies, apparence que révèle la coloration par la fuchsine acide, de tissus fixés par les méthodes mitochondriales.

Quant à la forme, le noyau ne montre pas de modifications qui puissent être considérées comme spécifiques de telle ou telle maladie à virus: lorsque la forme du noyau devient étoilée, ou très allongée, c'est par suite du développement de vacuoles entre lesquelles se moule le noyau et le cytoplasme adjacent, qui se prolonge en trabécules souvent très affinées.

Dans les cellules largement vacuolisées, un grand nombre des plastides, contenant ou non de l'amidon, peuvent venir s'appliquer étroitement contre le noyau, qu'ils peuvent revêtir d'une couche presque continue.

Souvent le cytoplasme prend, au voisinage immédiat du noyau, une affinité particulière pour les colorants (§ IV).

§ II. — Altérations du chondriome et des plastides Dissociation du complexe lipo-protéique des plastides.

Guilliermond puis nous-mêmes avons attiré l'attention sur la fréquence de la dégénérescence graisseuse des plastes dans les cellules de tissus séniles ou de tissus affectés de maladies chroniques, causées par des champignons ou des bactéries pathogènes. Plus récemment nous avons pu

étudier expérimentalement la dissociation du complexe lipoprotéique des plastides dans les tissus exposés aux vapeurs d'éthylène, et nous avons reproduit les mêmes figures qui s'observent dans les plantes affectées de maladies à virus.

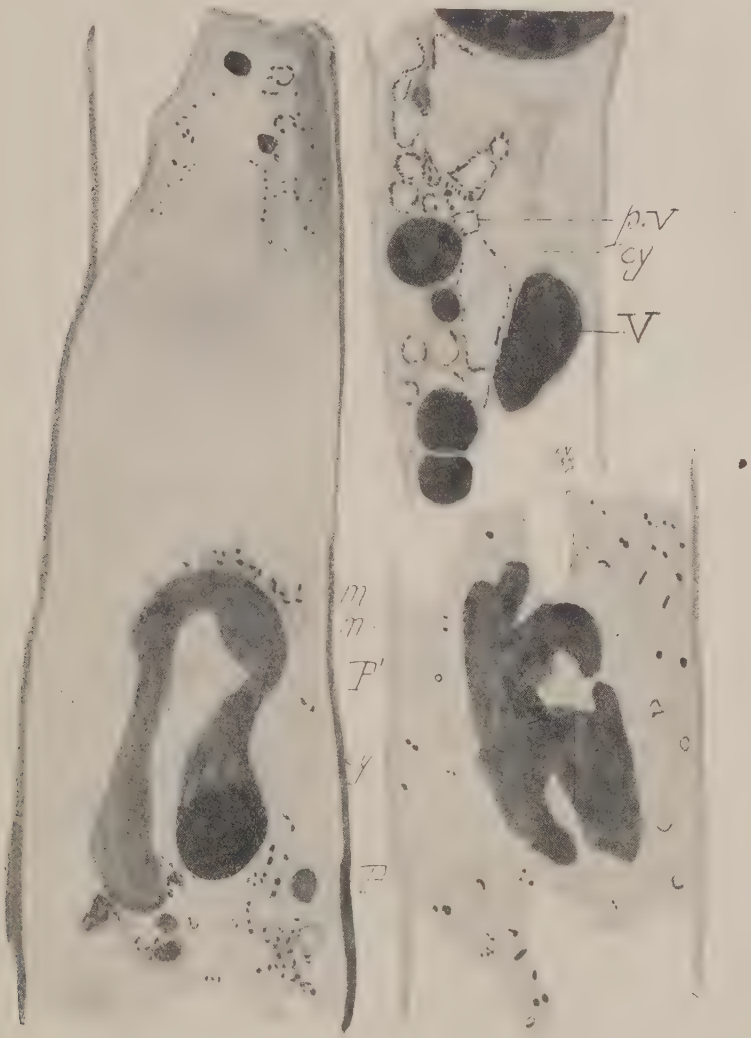


Fig. 1.

Dans les tissus frais normaux, les graisses peuvent souvent être mises en évidence sous forme de gouttelettes colorables par le bleu d'indophénol à

l'intérieur des plastes: cette coloration post-vitale peut s'obtenir après la coloration vitale des vacuoles par le rouge neutre: il est aisé, en réalisant cette double coloration, de distinguer les inclusions graisseuse ou lipo-solubles des inclusions aqueuses ou vacuoles.

Guilliermond a signalé que certains lipoïdes peuvent se colorer par le rouge neutre: l'étude vitale des *Pellia*, que Snowalter nous a aimablement procurés nous a permis de vérifier que les oléoplastes sont colorables par le rouge neutre dans la cellule vivante.

Les chloroplastes de cellules affectées de maladies à virus peuvent parfois montrer des inclusions colorables par le rouge neutre.

Les parties des plastes colorables par les réactifs des graisses, toujours localisées à quelques points dans les tissus sains, peuvent prendre une grande extension dans les cellules affectées.

Dans les cellules affectées par les maladies à virus, comme dans des cellules de tissus affectés par des maladies chroniques, d'origine fongique ou bactérienne, ou de tissus soumis à une intoxication par l'action de certains agents chimiques, le stroma des amyloplastes ou des chloroplastes, au lieu de rester colorable dans son ensemble par l'hématoxyline ou la fuchsine acide, montre un aspect hétérogène: après fixation, la fraction colorable par l'hématoxyline ou la fuchsine acide se réduit à quelques points, tandis que la masse du plaste est colorable en brun par l'acide osmique, se gonfle et devient diffuse, cependant que les grains d'amidon diminuent de volume.

Troubles de l'amylogénèse

Les maladies à virus, affectant surtout les chloroplastes, doivent troubler particulièrement la formation photosynthétique de l'amidon dans les plages affectées des organes verts.

Les troubles de l'amylogénèse ont été surtout étudiés dans des feuilles qui se développent sur des plantes malades: ces feuilles sont affectées dès qu'elles se différencient, au niveau des bourgeons.

Dans les cellules de jeunes bourgeons de plantes affectées de mosaïque, et dès le 4e ou le 5e rang, à partir du sommet végétatif, une proportion importante de mitochondries évolue en amyloplastes; par contre, les chloroplastes ne deviennent jamais nombreux et n'atteignent pas la dimension des chloroplastes des cellules normales.

Dans certaines cellules cependant, l'un des plastes ou plus rarement plusieurs, peuvent, en se gonflant ou en se vacuolisant, acquérir des dimensions considérables. Ces plastes deviennent comparables aux gros plastes de certaines cellules d'Hépatiques.

La coloration du stroma lipoprotéique du plaste par l'hématoxyline

ferrique ou la fuchsine acide — après fixation par les liquides de Regaud ou de Mewes — et la coloration de l'amidon, soit par le réactif iodo-ioduré, soit par le bleu de toluidine, montrent que la vésiculisation de certains plastes peut résulter de la solubilisation totale ou partielle des grains d'amidon, laissant des loges vides.

Production expérimentale de plastides vésiculés

La formation de loges vides dans un plaste primitivement bourré de grains d'amidon, par solubilisation de cet amidon et transport des produits d'hydrolyse, peut être expérimentalement obtenue par germination aseptique, sur coton humide et à l'obscurité, de graines à réserves amylacées. La plantule se développant aux dépens des réserves des cotylédons, les plastes se vident de leur amidon jusqu'à présenter l'aspect des plastes vésiculisés de cellules affectées de maladies à virus.

Influence du pH sur l'amylogénèse et la translocation de l'amidon

Le fer, nécessaire à la synthèse de la chlorophylle, n'existe à l'état de sel soluble, utilisable pour la plante, que dans certaines conditions d'acidité; en milieu alcalin, le fer est précipité à l'état insoluble.

La non-formation de chlorophylle dans les plages blanches ou jaunes des tissus affectés de mosaïque, a été considérée comme résultat de défaut d'assimilabilité du fer, par défaut d'acidité.

Knudson, faisant germer aseptiquement des plantules d'Orchidées sur des milieux gélosés d'acidité décroissante, obtient des plantules vertes sur des milieux plus acides que pH 5, les plantules restant blanches sur milieux de pH 5,6.

L'étude cytologique de ces plantules, que Knudson nous a aimablement confiées, nous montre la formation normale de amyloplastes et des chloroplastes dans les plantules (M. N.) cultivées sur milieux plus acides que pH 5, tandis que dans les cellules des plantules cultivées sur milieux de pH 5,6 (R) la plupart des cellules contiennent, au voisinage du noyau, un plaste volumineux, fixant fortement les colorants, et différant des amyloplastes par l'absence d'amidon; les figures représentant les cellules (R) d'Orchidées cultivées sur milieux de pH 5,6 sont superposables aux figures représentant des cellules affectées par des maladies à virus.

§ III. — Condition d'hypotonie des cellules affectées par la Mosaïque

Dès les stades très jeunes, dans les bourgeons ou les très jeunes feuilles, les cellules affectées par les maladies à virus montrent un gonfle-

ment et une dégénérescence vésiculaire de certaines mitochondries et de certains plastes, selon le mode que Guilliermond a montré résulter de l'action de solutions hypotoniques.

L'étude cytologique des lambeaux d'épiderme de feuilles affectées par la Mosaïque, effectuée sur le matériel vivant ou après fixation mitochondriale montre aussi, dans les cellules des plages décolorées, une altération vésiculaire des plastes et des mitochondries.

La coloration vitale des vacuoles par le rouge neutre, très facile à obtenir dans les cellules des régions vertes des feuilles, est très irrégulière dans les plages de cellules décolorées, affectées par la Mosaïque; en Floride, pour diverses plantes affectées par la Mosaïque, diverses Malvacées du genre, *Sida*, plantes spontanées telles que *Phytolacca decandra*, ou plantes cultivées telles que Céleri, une solution de saccharose à 9 pour cent, additionnée de rouge neutre, est isotonique pour le contenu de certaines des cellules épidermiques, dont le système vacuolaire se colore par le rouge neutre. Dans cette même solution, les cellules à mitochondries vésiculisées montrent une plasmolyse du cytoplasme.

§ IV. — Précipités albuminoïdes ou protéiques

Dans les cellules affectées par les maladies à virus, tous les intermédiaires s'observent entre les cas où, au voisinage du noyau, le cytoplasme ne se colore pas plus fortement que dans le reste de la cellule, et les cas où il existe une zone périnucléaire chromatophile.

Une masse chromatophile peut d'ailleurs exister à une certaine distance du noyau; elle paraît, au moins dans certains cas où elle est particulièrement bien délimitée (Pomme de Terre affectée de « Yellow Dwarf », correspondre aux précipités albuminoïdes étudiés par Mangenot dans les tissus libériens: les cristaux de protéine qui sont très communs dans les cellules des Solanées, même à l'état normal, peuvent d'ailleurs acquérir une importance considérable dans les cellules affectées par les maladies à virus.

Dans tous les cas, cette masse chromatophile du cytoplasme est en relation avec certains aspects particuliers de l'appareil vacuolaire.

§ V. — Modifications de l'appareil vacuolaire

Les récents travaux de physiologie cellulaire ont montré que c'est surtout le vacuome qui manifeste des modifications au cours des phénomènes du métabolisme cellulaire: le fait est particulièrement évident pour les plantes carnivores, ainsi qu'il ressort de nos observations sur les *Drosera*, et de celles de Quintanilha sur les *Drosophyllum*, que confirment celles toutes récentes, de Mangenot.

Nous avons signalé dans les chapitres précédents que les vacuoles des cellules affectées par la mosaïque contiennent probablement une solution moins acide et de concentration osmotique plus faible que les cellules vertes: cette solution semble enfin être moins stable.

Tandis que le rouge neutre colore généralement de façon uniforme le contenu des vacuoles des cellules vertes, il provoque immédiatement dans les vacuoles des cellules affectées de Mosaïque la formation de précipités vacuolaires.

Dans les cellules affectées par les maladies à virus, l'action des liquides fixateurs précipite le contenu vacuolaire sous des formes très diverses.

Ces formes sont d'ailleurs telles que Guilliermond a pu les décrire chez des tissus sains: forme en croissant bordant une partie du contour de la vacuole; grains plus ou moins fins alignés autour de la vacuole, dessinant son contour, ou parfois même grains ayant été projetés de la vacuole dans l'intérieur du cytoplasme voisin de la vacuole; granules alignés en chapelet vers le milieu de la vacuole. Parfois même le contenu vacuolaire peut être précipité sous forme de sphères entourées d'une membrane de précipitation, plus fortement colorable.

Modifications morphologiques de l'appareil vacuolaire

D'une façon générale, tandis que le vacuome des cellules adultes normales tend à prendre la forme d'une grosse vacuole unique par suite de la confluence des petites vacuoles, filamenteuses ou arrondies des cellules embryonnaires, le vacuome des cellules affectées par la mosaïque est constitué par un ensemble de vacuoles. En général, s'il se développe une grosse vacuole centrale, le cytoplasme périphérique reste creusé de nombreuses petites vacuoles.

C'est généralement au voisinage de ces petites vacuoles, surtout au voisinage des vacuoles filamenteuses figurant un appareil de Golgi, que le cytoplasme prend localement une affinité particulière pour les colorants, et forme ces masses chromatophiles vacuolisées, qui peuvent en imposer pour des inclusions cellulaires.

Ludford a récemment mis en évidence une semblable relation entre l'appareil de Golgi et les « inclusions cellulaires », des maladies à virus chez les animaux.

Ces phénomènes paraissent représenter des cas particuliers de la loi formulée par Mangenot: dans toute région d'une cellule où se produisent des phénomènes de protéolyse, les vacuoles prennent une forme filamenteuse.

Les aspects que montrent les cellules affectées de maladies à virus ne sont nullement spécifiques des maladies à virus, mais ils peuvent s'observer

chaque fois qu'une cellule subit, en l'une de ses régions, une excitation capable de modifier localement le métabolisme cellulaire, sans affecter sensiblement les autres régions de la cellule.

La pénétration du suçoir d'un champignon parasite tel qu'une Rouille, par exemple, détermine dans la région immédiatement voisine du cytoplasme de la cellule hôte une réaction locale que trahissent surtout une fragmentation des vacuoles et une plus grande affinité, pour les colorants, du cytoplasme bordant ces vacuoles: les figures mises en évidence par coloration vitale, ou par coloration après fixation, reproduisent les figures caractéristiques des maladies à virus, à cette différence près que, dans le cas des maladies à virus, aucun parasite figuré n'est accessible à l'observation microscopique au niveau de la réaction cellulaire.

Conclusion

L'étude vitale, ou l'étude après fixation mitochondriale des cellules affectées par les maladies à virus chez les plantes, montre que tous les constituants cytologiques peuvent montrer des altérations:

1° Le complexe lipo-protéique des plastes se dissocie: les éléments protéiques peuvent régresser jusqu'au stade où le plaste tout entier montre les réactions des lipoïdes.

2° Les altérations les plus évidentes affectent l'appareil vacuolaire: le phénomène le plus commun est la fragmentation des vacuoles en une région de la cellule où le cytoplasme acquiert localement une excessive affinité pour les colorants: ces foyers chromatophiles semblent correspondre à des foyers de protéolyse.

En résumé, l'étude cytologique de quinze espèces de plantes affectées par des maladies à virus, ne nous a révélé que des modifications de la structure cellulaire normale, telle qu'elles pourraient être provoquées par l'action de simples agents physico-chimiques, et analogues aux réactions provoquées par des parasites connus.

Nous ne tirerons de ces observations aucune conclusion quant à la nature de la cause de ces maladies.

Nous désirons exprimer tous nos remerciements aux Drs Blodgett et Knudson, qui ont mis à notre disposition, pour l'étude cytologique, les plantes chez lesquelles ils avaient expérimentalement développé des altérations; aux Drs Sharp, Massey et Whetzel, pour leur accueil dans les laboratoires de l'Université de Cornell; au Dr Mc Kinney qui a mis à notre disposition toutes les cultures expérimentales et toutes les ressources de son laboratoire; au Dr Brandes qui a mis à notre disposition des cannes à sucre affectées de Mosaïque, ainsi qu'à nos autres collègues du U. S. Department of Agriculture

pour leur accueil au U. S. Bureau of Plant Industry, Washington, et au U. S. Citrus Disease Field Laboratory, Orlando, comme Fellow of the International Education Board.

Index bibliographique

Blodgett (F.-M.). — Tobacco mosaic on potatoes, *Phytopathology*, v. 17, p. 727-734, 1927. A potato virus on Pepper, *Ibid.*, p. 775, nov. 1927.

Brewer (P.-H.), Kendrick (J.-B.) et Gardner (M.-W.). — Effect of Mosaic on carbohydrate and nitrogen content of the tomato plant. *Ibid.*, v. 16, p. 843, 1916.

Cook (M.-T.). — Peach yellows and little peach, *Bot. Gaz*, v. 72, p. 250, 1921. Histology and cytology of sugar cane mosaic, *J. Dept. Agric.* Porto-Rico, v. 9, 1925. Photosynthesis of the sugar cane mosaic plant, *ibid.*, p. 229, 1925.

Doolittle (S.-P.) and Walker (M.-N.). — Overwintering and dissemination of Cucurbit mosaic, *J. Agric. research*, v. 31, p. 1-59, 1925.

Duggar. — *A.A.A.S. Meeting*, Nashville, déc. 1927.

Eckerson. — Tomato mosaic, *Bot. Gaz.*, p. 5, 1926.

Goldstein. — Cytological studies of leaves and growing points of healthy and mosaic diseased tobacco plants, *Bull. Torcey Bot. Club.*, 27, 1926.

Hoggan. — Cytological studies on virus diseases of Solanaceous plants, *J. Agric. Res.*, v. 35, p. 651, Oct. 1927.

Johnson (J.). — Classification of plant virus. *Wisconsin Agric. Expt. Stat. Res. Bull.*, 76, 1927.

Jones. — Mycetozoan Mosaic, *Bot. Gaz.*, p. 447, 1926.

Kunkel. — Intracellular bodies associated with certain mosaic diseases, *Bull. Hawaian Sugar Plant. and Expt. Stat. Ser.*, v. 3, 1924.

Mc Kinney (H.-H.). — Rosette disease of wheat and its control, *Jour. Agric. Res.*, v. 23, n° 10, mars 1923.

Eckerson (S.-H.) et Webb (R.-W.). — The intracellular bodies associated with the rosette disease and a mosaiclike leaf moottling of wheat, *Ibid.*, v. 26, n° 12, déc. 1923.

Doolittle (E.). — Intracellular bodies in the Phloem of certain plants. *Phytopath.*, v. 13, n° 7, Juil. 1923.

Mc Kinney (H.-H.). — A mosaic disease of winter wheat and winter rye. *U. S. Dept. Agr. Bull.*, 1361, sept. 1925.

Mc Kinney (H.-H.). — Wheat rosette and its control. *Univ. Ill. Agr. Expt. Stat. Bull.* 264, Urbana, 1925.

Mc Kinney (H.-H.). — Wheat mosaic control through immune strains. *Yearbook U. S. Dept. Agr.*, 1926, pp. 763-765.

Mc Kinney (H.-H.). — Properties of a mosaic virus, *J. Agric. Research.*, v. 25, p. 51 ; 1927.

Mc Whorter (F.). — The nature of the organism found in the Fiji galls of Sugar Cane, *Philippine Agriculturist*, v. II, nov. 1922.

Rawlins (T.-E.). — Viruses causing plant diseases, *Science*, n. s. v. 65, p. 398, 1927.

Rosario Averna Sacca. — Protoz no tecidos da canna de assucca, *Bol. de Agric. Sao. Paulo*, p. 252, sept. 1926.

Sorokin (H.). — The destruction of the chloroplasts in tomato mosaic. *Phytopath.*, v. 17, pp. 363-379, 1927.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

Coupes longitudinales d'un bourgeon d'*Aster* affecté de « yellows » (fixation au Regaud, coloration à l'hématoxyline ferrique).

(R) (F) et (E) bases de jeunes feuilles ; (F) représente trois cellules méristématiques, avec deux noyaux en voie de division (N) ; (F) représente deux cellules épidermiques.

M, cellule du méristème de la tige, au-dessous du bourgeon.

PLANCHE II

Cellules épidermiques et sous-épidermiques de jeunes feuilles d'*Aster* affecté de « yellow » (coupe longitudinale de bourgeon fixé par le Regaud ; coloration à l'hématoxyline).

PLANCHE II BIS

Cellules méristématiques d'un bourgeon de Pêcher affecté de yellow (Arlington Farm, *U. S. Dept. Agric.*) (Fixation au Mewes, coloration à la fuchsine acide). Certaines cellules conservent l'aspect de cellules saines avec une grosse vacuole centrale (en gris) et une couche périphérique de cytoplasme avec mitochondries (m). Mais des cellules montrent une fragmentation de l'appareil vacuolaire en un système de petites vacuoles, autour desquelles le cytoplasme forme un réseau de trabécules chromatophiles (cy) où les mitochondries ne sont plus reconnaissables.

PLANCHE III (A)

Portion d'épiderme de feuille d'*Allium sativum* affecté de Mosaïque (cultures Mc Kinney) (fixation par le Mewes, coloration par la Fuchsine acide). Les trois cellules épidermiques montrent les trois stades de l'altération due à la mosaïque : en haut cellule encore turgescente, à grandes vacuoles séparées par des trabécules cytoplasmiques où s'observent plastes et mitochondries ; au milieu, cellule montrant un début de plasmolyse, avec nombreuses petites vacuoles ; au dessous, cellule fortement plasmolysée, le cytoplasme s'est contracté sous forme de filaments qui enserrent le noyau.

PLANCHE III BIS (B)

Cellules de base d'un bourgeon de pomme de terre affectée de « Yellow Dwarf » (cultures Blodgett) (fixation au Regaud, coloration à l'hématoxyline). Certaines cellules montrent des précipités albuminoïdes, fortement colorés en noir.

Planches IV et V

Coupes du sommet (Pl. IV) et de la base (Pl. V) d'une plantule d'Orchidée cultivée

sur milieu gélosé de pH = 5 (culture KNUDSON). Fixation au Mewes, coloration à l'hématoxyline). Les mitochondries (m) qui se montrent sous forme de courts bâtonnets dans les cellules méristématiques voisines du bourgeon (en haut à gauche de la planche IV) forment les unes des chloroplastes (représentés en grisé) les autres des amyloplastes (*a*). Les grandes cellules du parenchyme central (haut de la pl. V.) accumulent de gros grains d'amidon dans les loges de leurs amyloplastes. Les cellules de la base B montrent des inclusions graisseuses (f).

PLANCHES VI ET VI BIS

Cellules du parenchyme d'une feuille de Tabac affecté de mosaïque (cultures Mc KINNEY) (Fixation au Mewes, coloration à la fuchsine acide). Cette feuille montrait des plages vert clair, vert et vert foncé.

La planche VI représente des cellules d'une plage verte. Le cytoplasme montre des foyers chromatophiles (cy). Il est creusé, surtout dans les régions périphériques, de nombreuses petites vacuoles, à la périphérie desquelles se sont précipités des granules de nature phénolique (v. p.).

Les plastes contiennent encore de l'amidon colorable.

La planche VI *bis* représente des cellules d'une plage vert foncé. Les plastes montrent une dégénérescence graisseuse partielle ; seule une portion (figurée en noir) montre encore les réactions des protéines, à côté de la portion *l* (en grisé), qui montre les réactions des lipoïdes. De nombreux cristaux de protéine (pr.) sont épars dans le cytoplasme.

Le cytoplasme (cy) forme un réseau de trabécules fortement colorables autour d'un système de petites vacuoles.

PLANCHE VII

Deux cellules épidermiques de feuille de *Phytolacca decandra* affectée de Mosaïque (Orlando, Florida) (Regaud, hématoxyline).

A gauche, cellule de région verte de la feuille montrant le cytoplasme périphérique et 6 trabécules cytoplasmiques séparant 6 grosses vacuoles (représentées par des espaces clairs). Les amyloplastes *a* renferment des grains d'amidon colorables par l'iode.

A droite, cellule de région décolorée de la feuille. Le cytoplasme forme un réseau autour d'un système de petites vacuoles : les plastes, qui ne se colorent plus que de façon diffuse, ne renferment plus d'amidon colorable.

PLANCHE VII BIS

1, 2, 3, 4. Quatre stades successifs des altérations des cellules du parenchyme d'une gousse de Haricot, au voisinage d'une macule de *Colletotrichum Lindemuthianum* (cultures Reddick).

1. Portion de cellule saine ; cytoplasme homogène avec longues mitochondries (m).

2. Les mitochondries prennent l'aspect de chapelets de grains.

3. Le cytoplasme forme un réseau de trabécules autour de petites vacuoles. Les mitochondries se sont fragmentées en chaînes de bâtonnets.

4. Cytoplasme plasmolysé et vacuolisé. Les mitochondries et les plastes ne se reconnaissent plus.

PLANCHES

lettres communes

N : noyau.

m : mitochondries.

P ou p : plastes.

a : amyloplastes.

v : vacuoles.

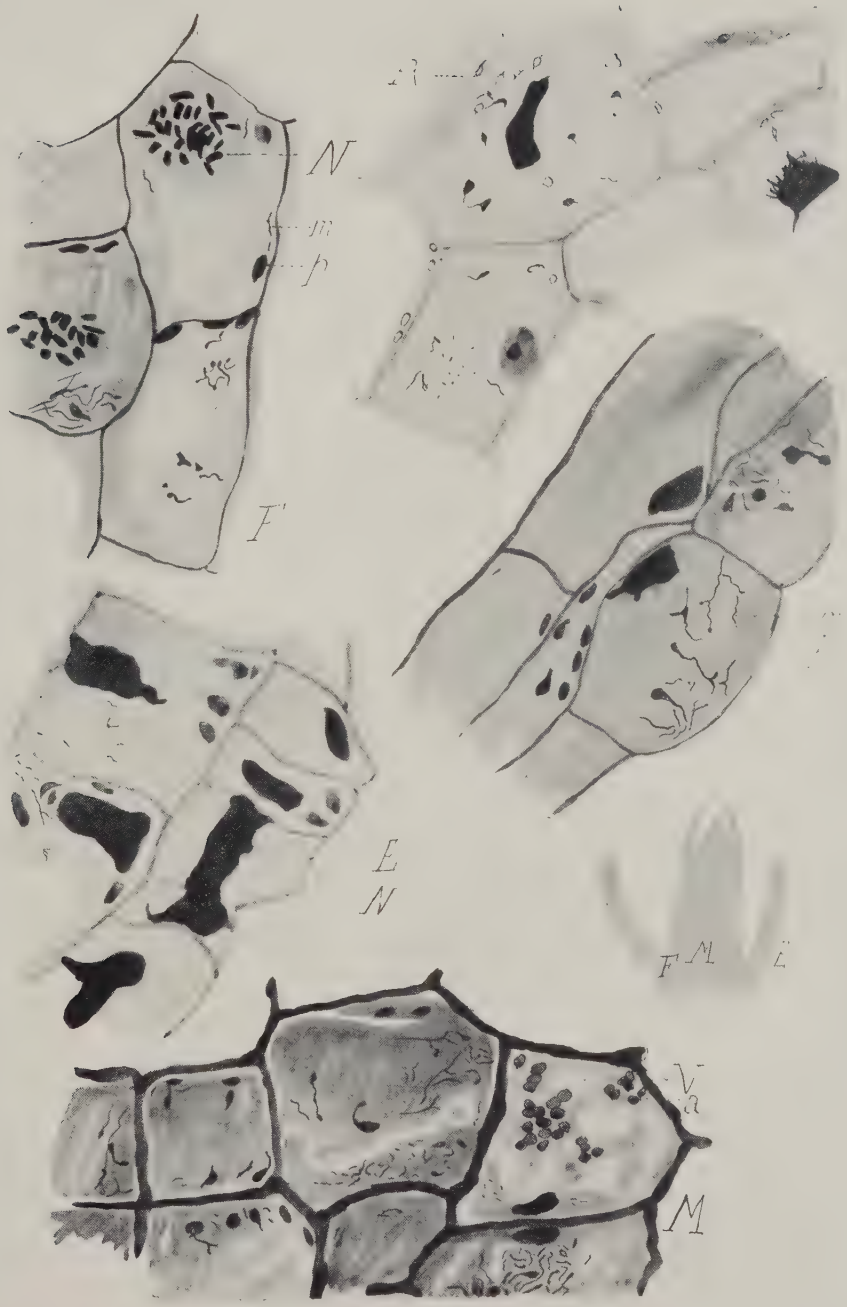
p. v. précipités vacuolaires ; t, précipités tanniques.

P' ou p' : plastes vésiculisés.

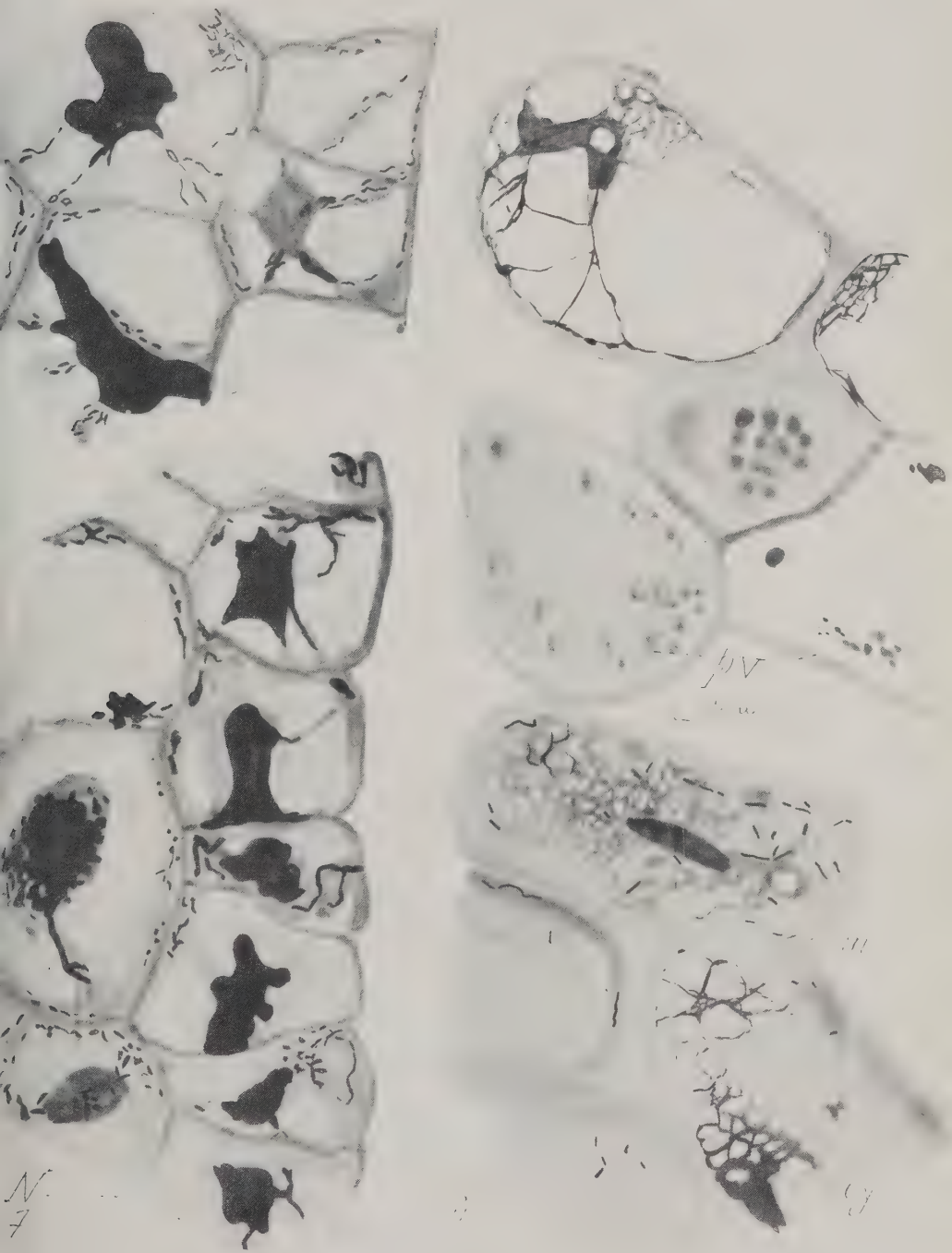
cy : portion du cytoplasme particulièrement colorable, au voisinage de petites vacuoles arrondies ou filamenteuses (appareil de Golgi).

1° Noyer *hâtif*, ayant perdu des feuilles par attaque d'anthracnose à Touzac (Charente) (septembre 1926).

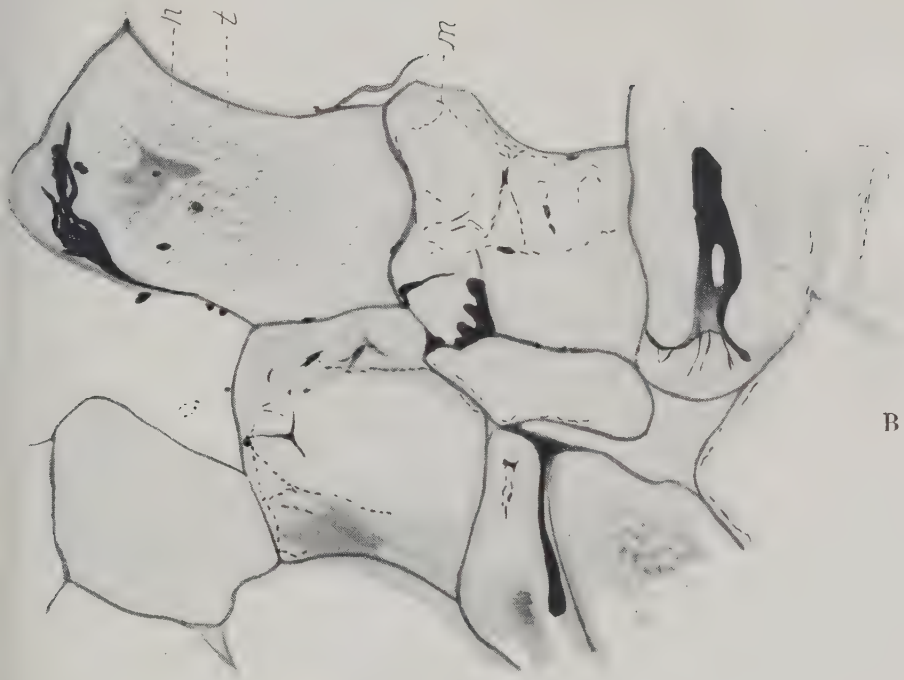
2° Noyer *tardif*, ayant conservé ses feuilles ; il a échappé à l'attaque d'anthracnose, à Touzac (Charente), (septembre 1926).



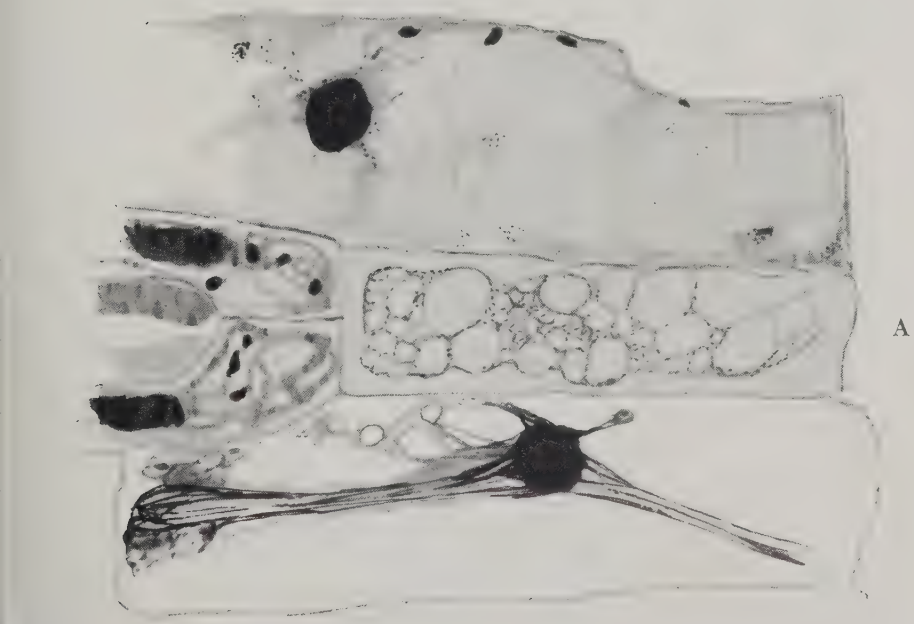
J. Dufrénoy : *Maladies à virus.*



J. Dufrénoy : *Maladies à virus.*

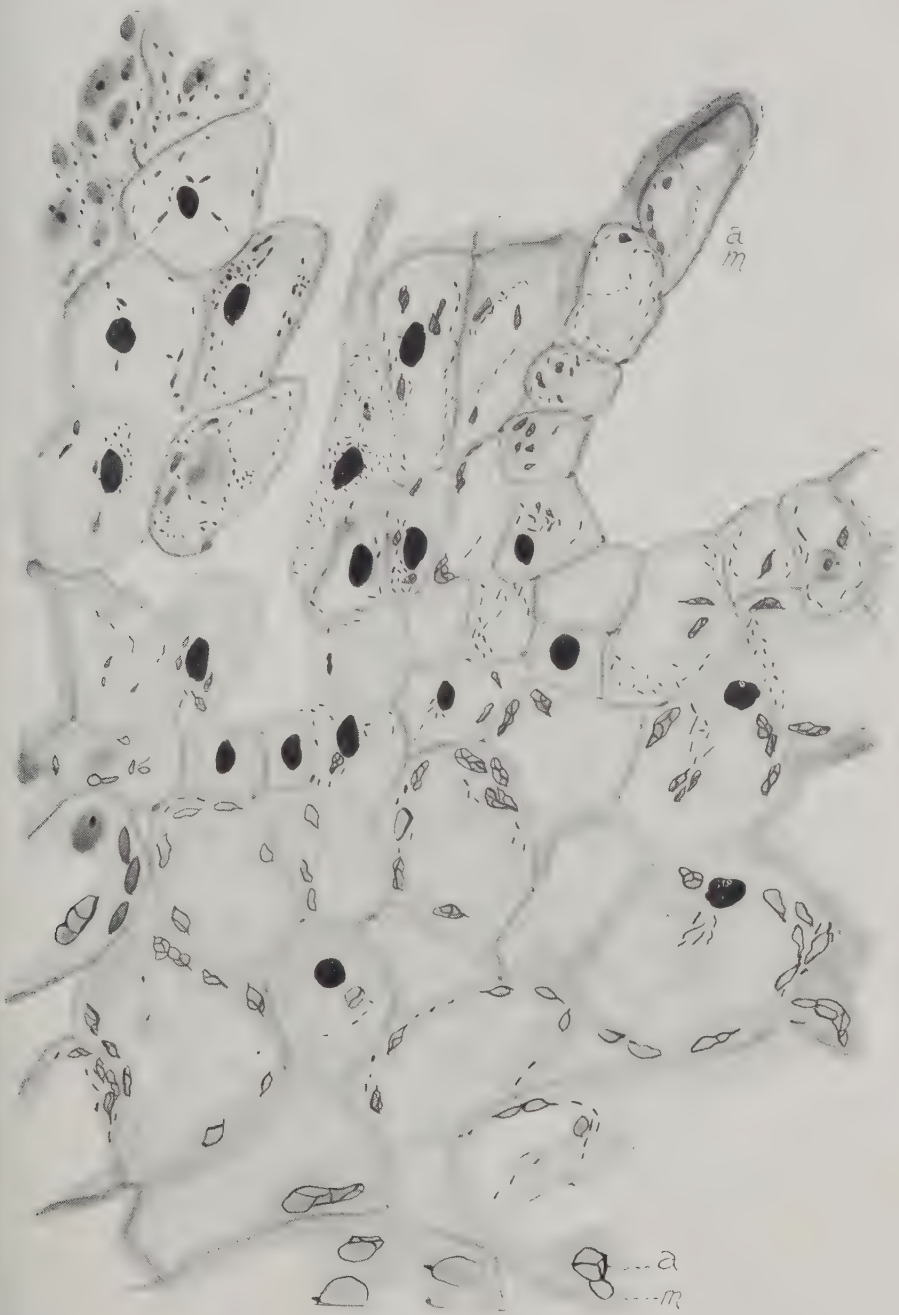


B

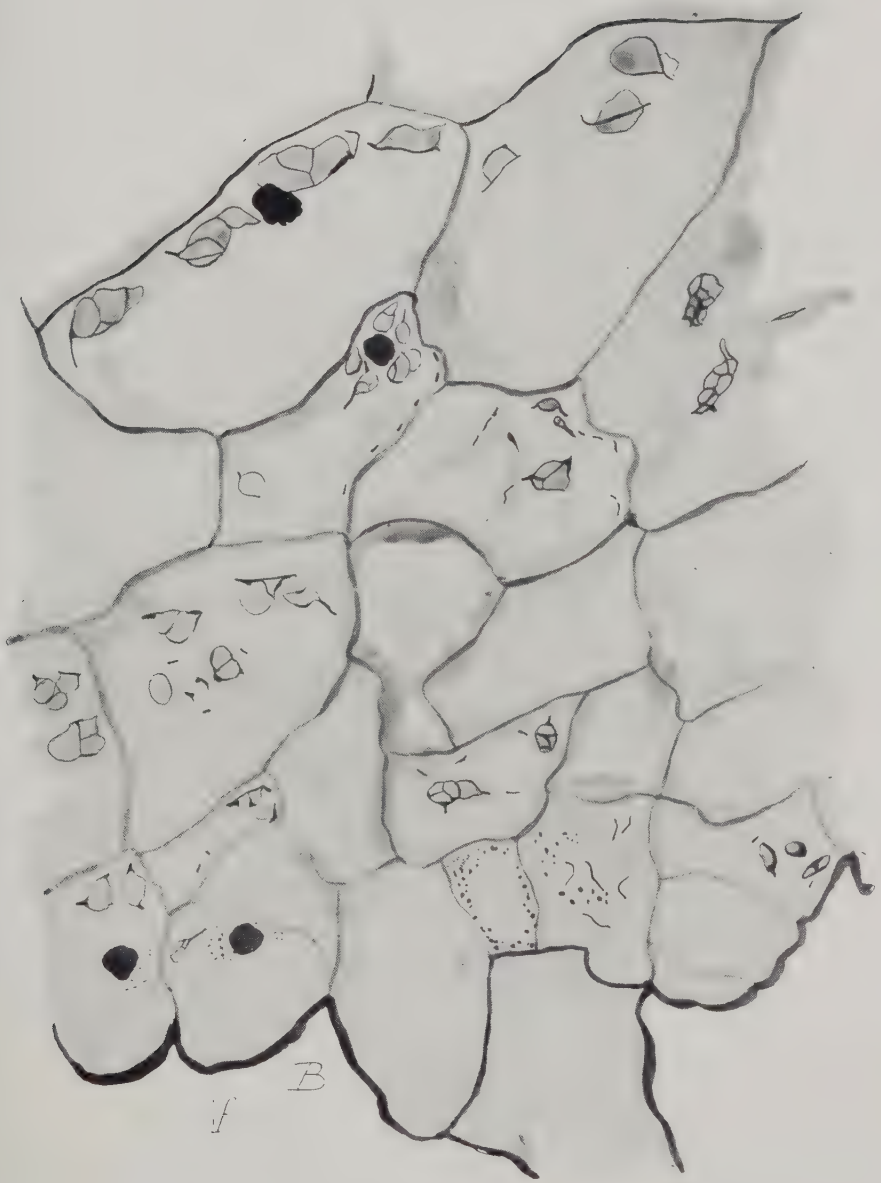


A

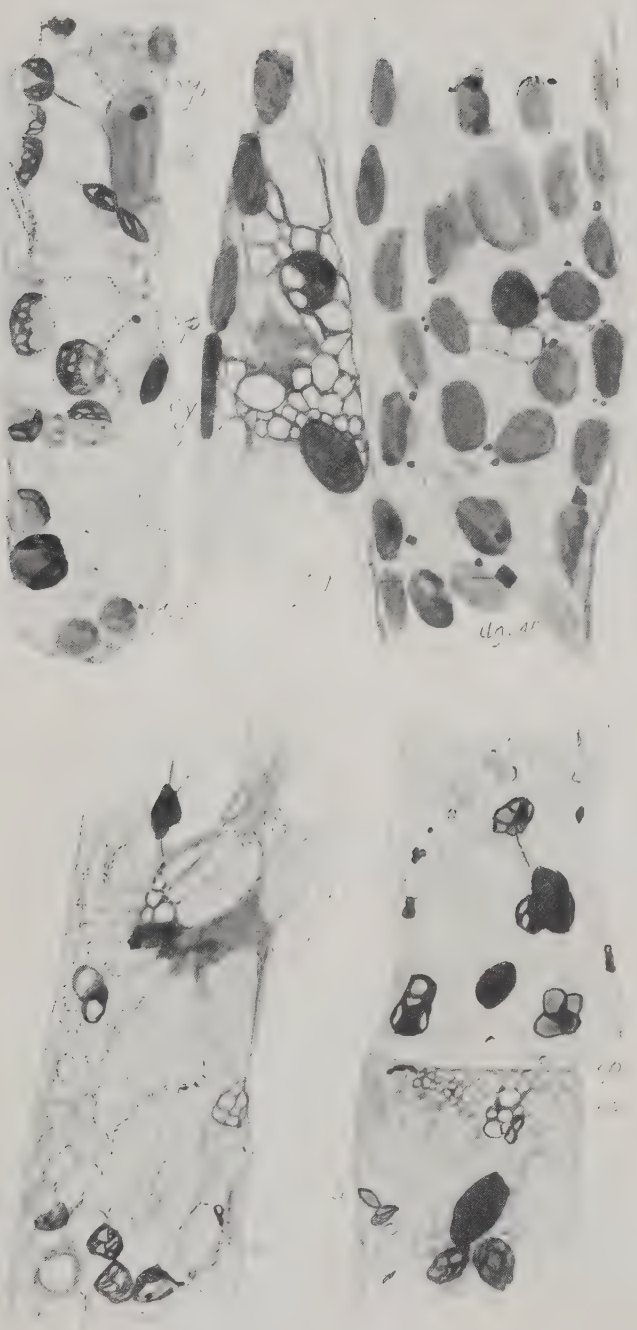
J. Dufrénoy : *Maladies à virus.*



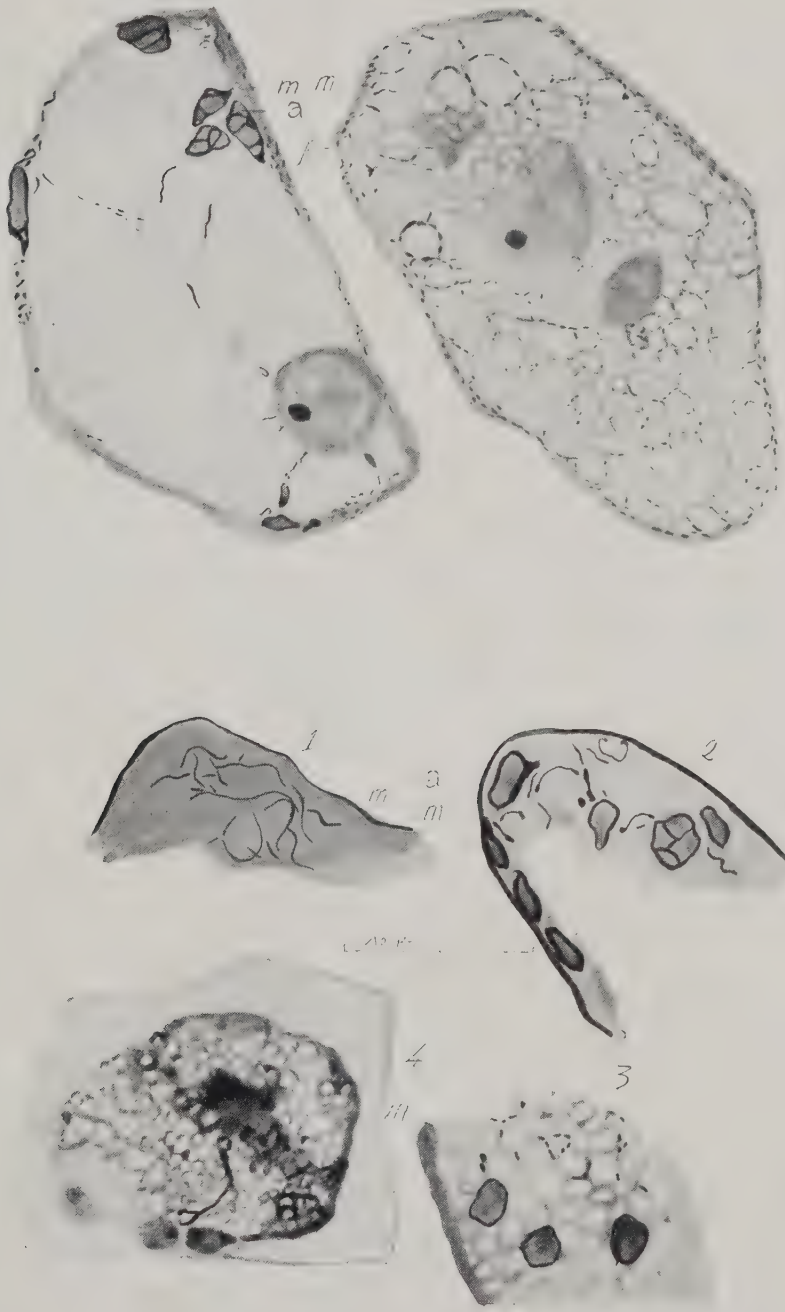
J. Dufrénoy : *Maladies à virus.*



J. DUFRÉNOY : *Maladies à virus.*



J. Dufrénoy : *Maladies à virus.*



J. Dufrénoy : *Maladies à virus.*

CONTRIBUTION A L'ETUDE MORPHOLOGIQUE DU *PERONOPLASMOPARA HUMULI* Miya. et Tak.

par J. MILLASSEAU

Préparateur à la Station centrale de Pathologie Végétale

I. — Introduction

Nous ne présentons pas une monographie complète du mildiou du Houblon. Une pareille étude devrait comprendre : la morphologie du parasite, les caractères, les conditions de développement et le traitement de la maladie. Nous nous sommes simplement proposés à l'heure où l'ensemble des houblonnières de Bourgogne, d'Alsace et de la région du Nord étaient atteintes de vérifier si les descriptions du parasite données par les auteurs étrangers étaient valables pour la France. Dans l'ensemble elles nous ont paru telles que les ont décrites successivement Kingo Miyabe, E.-S. Salmon et Blattny, et si nous les avons parfois poussées plus loin dans le détail c'est, croyons-nous, notre seul mérite.

Nous nous montrerons nettement affirmatifs sur la présence du mycelium de *Peronoplasmopara Humuli* dans l'appareil souterrain du Houblon et cela à la suite de l'examen durant deux années consécutives, d'échantillons prélevés en Bourgogne.

Nos observations sur la germination des oospores n'ont pas été rédigées. Nous les réservons pour une prochaine note lorsque nous aurons pu les renouveler expérimentalement. Elles trouveront alors place à la fin de ce travail.

Ces pages ne sont que l'interprétation personnelle de l'enseignement du professeur Prunet, guidée par la technique sûre de M. Arnaud. A eux deux notre plus vive gratitude. Elles ont été effectuées sous la direction bienveillante de M. Foex ; qu'il veuille bien trouver ici l'expression de nos remerciements.

II. — Historique

Le mérite de la découverte du mildiou du Houblon revient à Kingo Miyabe et à Yoshihao Takahashi en 1905. L'intérêt de leur courte étude

réside surtout dans la description des caractères taxonomiques. Ces auteurs donnent la diagnose suivante :

« Taches petites, irrégulières, limitées par les nervures, isolées ou confluentes, formant de larges plages irrégulières, jaunes puis brunes.

« 2 à 5 conidiophores à chaque stomate, 200 à 400 µ de long, exceptionnellement jusqu'à 600 ; 6 à 7 µ de large sur la branche principale prise en son milieu, dichotomisés 5 à 6 fois, la première branche étant aux 2/3 ou aux 3/4 de la hauteur à partir de la base.

« Conidies largement elliptiques ou ovales 22 à 26 µ × 15 à 18 µ gris cendré, brillantes, se comportant comme des sporocystes au bout de trois à quatre heures.

« Oospores sphériques brun brillant, 28 à 35 µ de diamètre, entourés souvent par la paroi de l'oogone. »

Peronoplasmopara cubensis (B. et C.) Clint., les auteurs conservent le terme de priorité de Berlese et Clinton, négligeant celui de *Pseudoperonospora* de Rostowzew, et en font le :

Peronoplasmopara Humuli (Miyb et Tak.), le groupant avec

Peronoplasmopara cubensis (B. et C.) Clint., et

Peronoplasmopara Celtidis (Waite) Clint.

Leur note atteste en outre de l'efficacité de sérieuses pulvérisations cupriques et de l'ablation des parties atteintes dans la lutte contre la maladie. Ils ne tardent pas à en faire une espèce indigène pour le Japon.

Dès 1909, Davis le signale dans le Wisconsin (Etats-Unis d'Amérique) sur Houblon sauvage ; il le juge également indigène pour la partie nord-ouest de cet Etat.

Mais c'est surtout aux Anglais E.-S. Salmon et W. M. Ware que nous devons la plus large part de nos connaissances sur ce champignon. En 1920 ils confirment la diagnose de Kingo Miyabe et de Yoshihao Takahashi, mais rattachent le *Peronoplasmopara Humuli* (Myb. et Tak.) au genre *Pseudoplasmopara* créé par Rostowzew, abandonnant le terme de priorité établi par Kingo Miyabe et Yoshihao Takahashi.

Ils établissent l'existence des pousses spiciformes « *spike like* », rejets trapus à feuilles déformées et fragiles, de quelques pouces jusqu'à un pied de hauteur, portant le duvet fructifère qui peut les envahir totalement. Ils en montrent quelques modalités d'apparition.

En 1925 ils soulignent la forte ressemblance qui existe entre le *Peronospora urticae* et le *Pseudoplasmopara Humuli*. Sans rendre irréfutable leur hypothèse (ils reconnaissent une certaine différence de dimensions dans les oospores des deux espèces et ne peuvent obtenir l'infection arti-

ficielle de Houblons à l'aide de spores provenant de l'Ortie) ils abandonnent leur idée première qui était de faire du « Downy mildew of the Hop » une espèce d'introduction récente et voient simplement en cette nouvelle maladie l'extension du parasitisme du *Pseudoperonospora Urticae*. C'était là un nouveau cas, intéressant, de pléophagie, assez analogue à ceux qu'on rencontre chez diverses Urédinales et autres groupes de champignons.

L'année suivante, à la suite des observations du professeur Ducomet, en France ils redonnent la faveur à leur première conception. Ils disent à peu de chose près en substance : « Il est évidemment possible que le mal actuel ne soit qu'une répétition de l'attaque du « *Phytophtora infestans* » et du « *Plasmopara viticola* » qui, venus d'Amérique, envahirent en quelques années l'Europe entière. » Un peu plus loin, parlant de l'hypothèse tendant à admettre le passage du *P. Urticae* sur houblon, ils soulignent que « cette manière de voir n'a pas encore reçu confirmation ».

A l'heure actuelle, après les observations de M. Ducomet et du Dr Baudys, il semble que le passage du *P. Urticae* sur houblon soit difficilement soutenable. Les différences dans l'efflorescence fructifère, les conidies et les conidiophores, mises en évidence par le professeur de Grignon, ajoutées à celles, déjà connues, des oospores; les résultats négatifs d'infection du professeur Baudys, tant par voie asexuée qu'à l'aide d'oospores, sont des caractères suffisamment probants pour justifier la création d'une espèce nouvelle se rattachant à un genre voisin.

Poursuivant leurs recherches, E.-S. Salmon et W. M. Ware laissent entrevoir la possibilité d'une hibernation mycélienne dans la souche.

Ici, nous touchons à un point trop important de la biologie du parasite, cardinal dans la lutte à entreprendre contre la maladie, pour pouvoir nous dispenser de donner quelques exemples de conservation des myceliums parasites à l'intérieur des tissus de l'hôte.

Les mycélium pérennes se retrouvent chez beaucoup d'Uredinales. Tulasne, de Bary, et plus récemment Klebahn en ont dressé une liste nombreuse : le *Gymnosporangium Sabinae*, l'*Endophyllum Sempervivi*, le *Melampsorella Caryophyllacearum* redonnent chaque année de nouveaux organes de fructification à partir de leurs organes végétatifs vivaces. Mais ce ne sont là, en définitive, que des moyens de conservation et non de propagation ; il est possible que dans certains cas une reproduction bouturale puisse intervenir à partir des organes souterrains, réceptables du mycélium; et c'est une idée qui vient à l'esprit lorsqu'on se familiarise avec les pratiques culturales du Houblon.

Dans l'ordre des Peronosporales, les cas de perennité de mycelium sont nombreux : I.-E. Melhus, en 1904, démontra que les moyens de con-

servation d'une année à l'autre chez cet ordre de champignons pouvaient surtout être de deux ordres: spores dormantes ou mycélium vivace, et il donnait comme exemple de mycelium perenne :

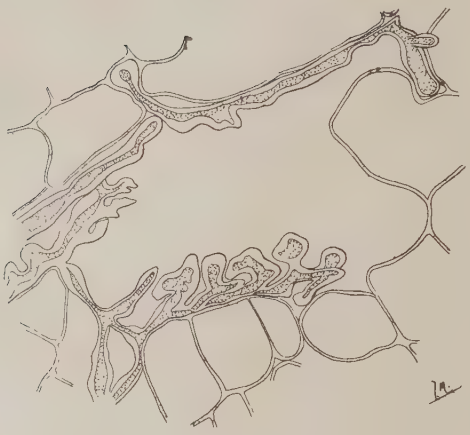


Fig. 1. — Mycélium d'aspect coralloïde dans des tissus désorganisés. Gr. 170.

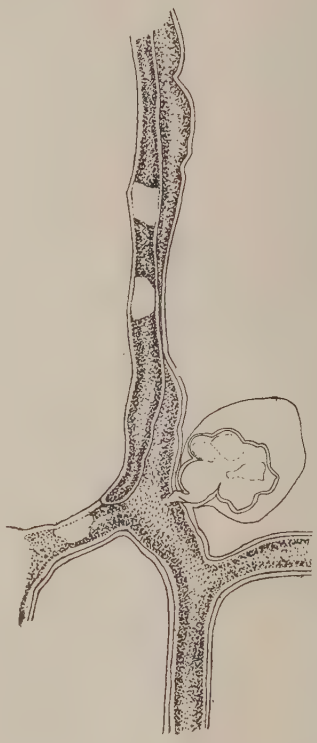


Fig. 2. — Bouchons calleux dans le mycélium de Pseudoperonospora humuli. Gr. 1000.

le *Phytophtora infestans*, *Plasmopara viticola*, *Peronospora Schachti*, *Peronospora effusa*, *Peronospora Ficariae*, etc.

Le mode de perpétuation du mildiou de la vigne signalé en 1904 par Gy. de Istvanffi est particulièrement intéressant. L'auteur a mis en évidence la présence de mycelium à l'état de vie latente :

1° Dans l'écorce de sarments laissés sur les ceps durant l'hiver, et il en attribue la provenance aux infections tardives d'automne ;

2° Dans quelques bourgeons à l'état dormant ;

3° Dans la pulpe ratatinée des grapillons restés sur les sarments.

Cette considération importante n'a malheureusement pu être confirmée expérimentalement, et si la présence du mycelium paraît certaine, sa vitalité est très douteuse.

W. M. Ware ne tarde pas à étayer fortement l'hypothèse de la pérennité du mycelium de *Peronoplasmopara Humuli*. Après quelques recherches infructueuses de l'hyphe dans la partie basale des pousses spiciformes, il parvient à mettre en évidence le mycelium au bas des pousses de l'année, dans le collet et sur les pousses d'un an, où il se localise dans la moëlle, le phloëme et l'écorce; il se trouve aussi dans les rayons médullaires. Les tissus altérés sont brunis et des trainées brunes se rencontrent dans le bois.

Dans des recherches ultérieures, il retrouve le mycélium jusqu'à la limite du bois de deux ans. Poursuivant son examen sur des racines d'un an sur lesquelles on avait pu remarquer le « Downy mildew » au cours de la végétation en pépinière, il retrouve le mycélium dans les parties brunies et cela aussi bien pour la pousse de l'année que pour le talon de l'année précédente et les racines avoisinantes. A l'aide de certaines précautions il suit même l'invasion du mycélium dans les racines.

Envisageant les moyens d'hibernation possibles, le Dr Ctibur Blattny rejette la pérennité du mycelium dans la souche, donnant comme raison, qui lui paraît suffisante, l'inexistence de l'hyphe du champignon dans les parties souterraines des échantillons examinés. Il propose par contre trois modes de conservation :

1° Mycelium menant une vie saprophytique dans le sol ;

2° Oospores se conservant dans le sol ou sur les organes dépérissants ;

3° Par temps doux, spores capables de supporter les basses températures de l'hiver.

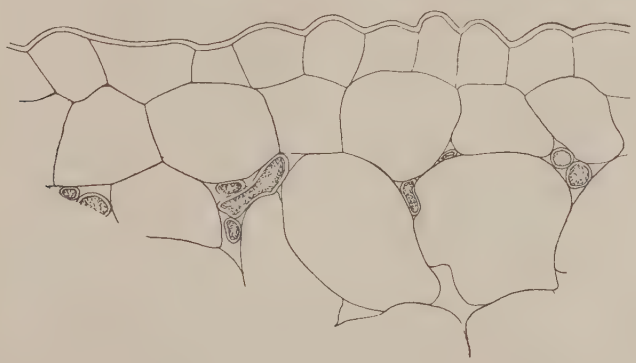


Fig. 3. — Aspect du mycélium dans les tissus. Coupe transversale. Gr. 750.

Ce sont là, me semble-t-il, des suppositions toutes gratuites, amenées par le raisonnement et qui demandent à être vérifiées expérimentalement.

III. — Etiologie

La description des caractères macroscopiques de la maladie devrait précéder normalement l'étude morphologique du champignon ; mais comme nous l'avons dit précédemment, nous ne poursuivons pas une étude complète du mildiou du Houblon. D'ailleurs la diagnose de la maladie a été faite dès son apparition en France par le professeur Ducomet, et a paru dans la *Revue de Pathologie végétale* de 1925.

Le mildiou du houblon est provoqué par la moisissure violacée, qu'on trouve principalement à l'envers des feuilles mais qui peut atteïndre tous les organes foliacés, voire même les cônes au moment de la maturité. Cette

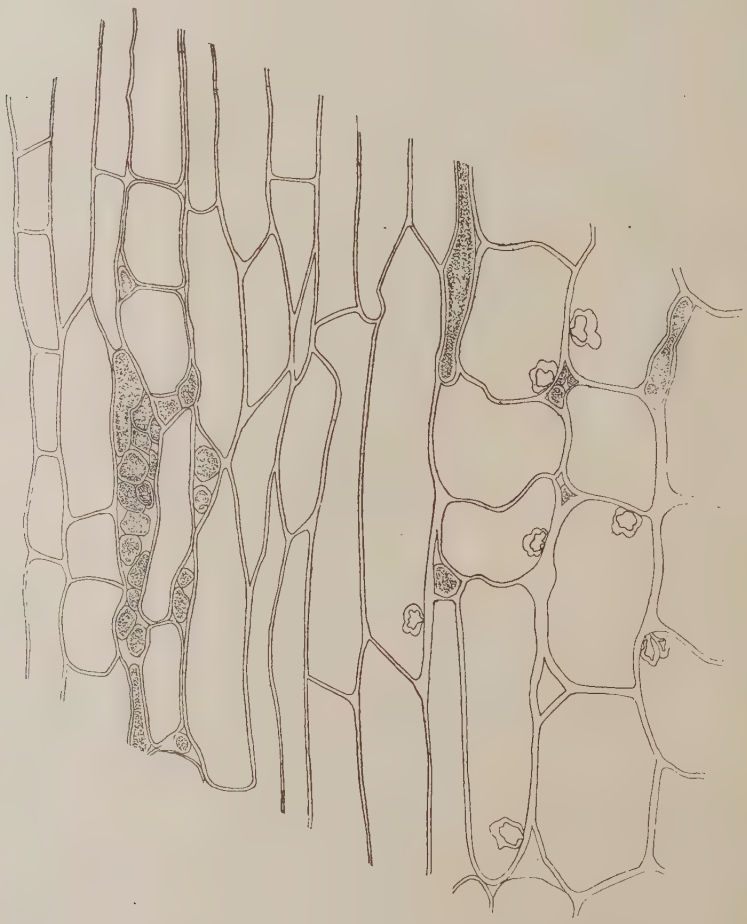


Fig. 4. — Aspect du mycélium dans les tissus. Nombreux suçoirs dans la région libérienne. Coupe longitudinale.

moisissure est constituée par les organes végétatifs et les corps reproducteurs d'un champignon de l'ordre des Peronosporales auquel nous conserverons le terme de priorité établi par KINGO MIYABE et YOSHIHAO TAKAHASHI en 1905 : *Peronosplasmopara Humuli* (MYB. et TAK.).

Nous nous attacherons maintenant à l'étiologie du champignon.

A) *LE MYCELIUM ET LES SUÇOIRS.*

Le filament germinatif, après avoir pénétré dans les tissus herbacés, va devenir l'hyphe intercellulaire propre à une grande partie des oomycètes. Le mycélium peut prendre des formes et des dimensions variables sui-

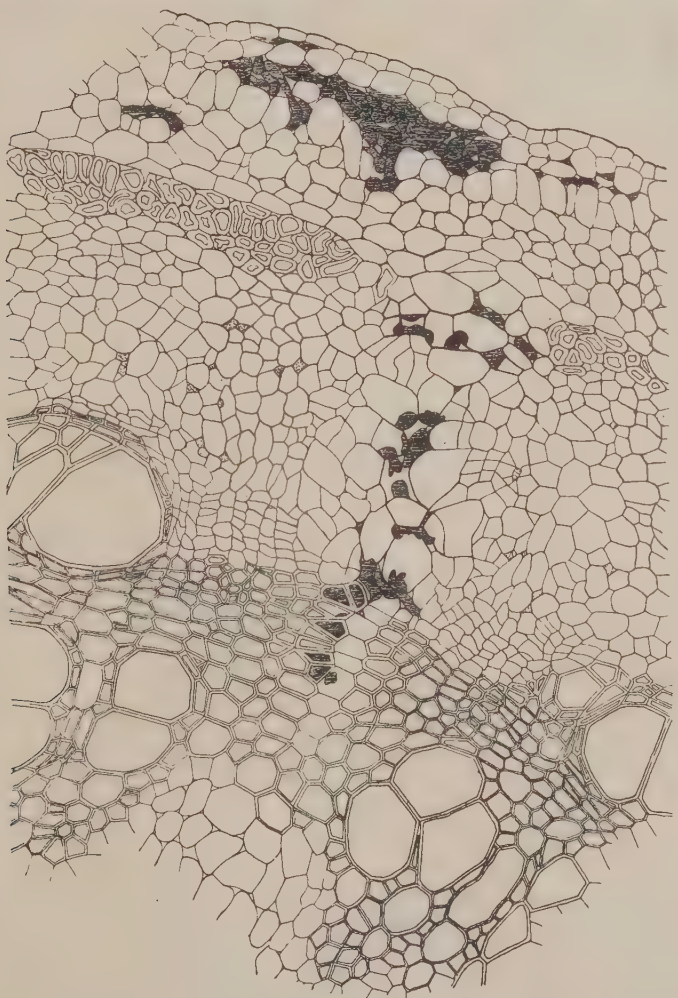


Fig. 5. — Aspect du mycélium dans les tissus. Amas importants dans les tissus épidermiques. Gr. 100.

vant la densité des tissus qu'il traverse, et cela en fonction de leurs espaces lacunaires. Normalement développé à l'état isolé dans les espaces médullaires, il a de 6 à 7 μ de diamètre. Dans certains cas d'invasion intense, il remplit les lacunes des tissus désorganisés (fig. 1) (région médullaire et corticale des pousses spiciformes), se rassemble en pelotons ramifiés qui font songer un peu aux « formes étranges coralloïdes » décrites par Ravaz pour le *Plasmopara viticola*. Nous n'avançons cependant pas une assimilation car nos formes se rencontrent toujours en région désorganisée et non dans « les régions tissulaires denses ». Le mycélium atteint alors des dimensions anormales jusqu'à 16 et 18 μ de large ; son contenu est granuleux et riche

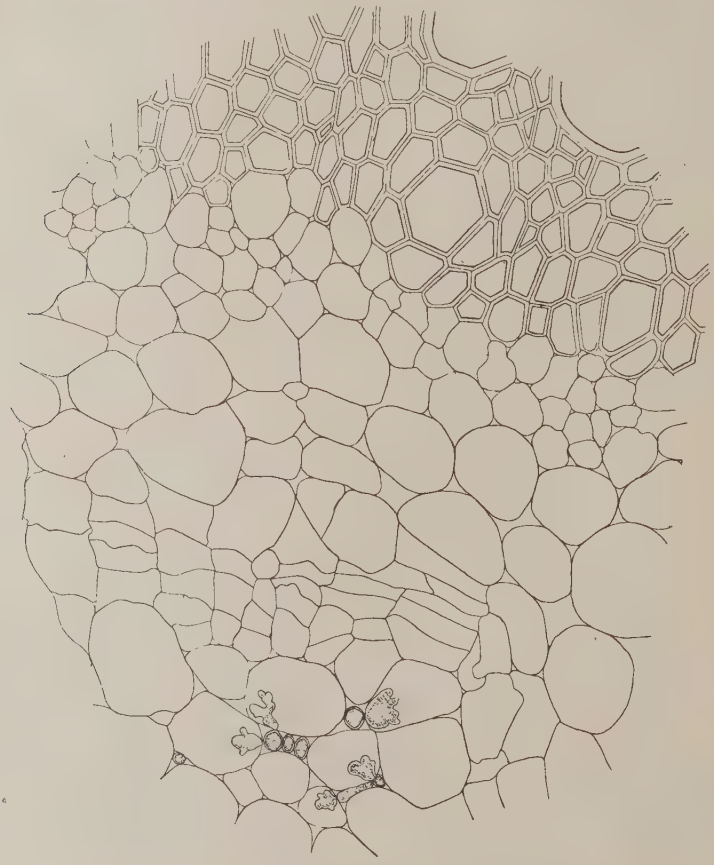


Fig. 6. — Aspect du mycélium dans les tissus. Gr. 300.

en gouttelettes d'huile ; de plus, dans les parties basales des pousses spiciformes, il est à parois épaisses et jaunâtres. Ce dernier caractère mérite de retenir un moment notre attention

Sappin Trouffy signale, en effet, chez le *Gymnosporangium clavariaeforme*, qui se trouve pendant toute l'année sur les rameaux de *Juniperus communis* un mycélium à « paroi épaisse et jaunâtre » et il ajoute : « Cet épaississement des tubes qui a été signalé pour la première fois par de Bary dans le *Peridermium elatinum* et quelques autres espèces, semble appartenir en propre aux mycelium vivaces ; cependant ces formations sont loin d'être constantes ; ainsi dans le *Gymnosporangium Sabinae*, qui passe l'hiver sur *J. Sabina*, nous n'avons trouvé rien d'analogue. »

Il convient toutefois de ne pas s'exagérer l'importance d'un tel caractère. Les mêmes états ne représentent pas forcément la résultante des mêmes fonctions; de plus la nature très particulière de la membrane des Peronosporées réclame d'être très prudent lors de l'interprétation.

Les épaississements de la membrane mycélienne ne doivent pas être assimilés, à notre avis, aux bouchons calleux signalés par Mangin chez cer-

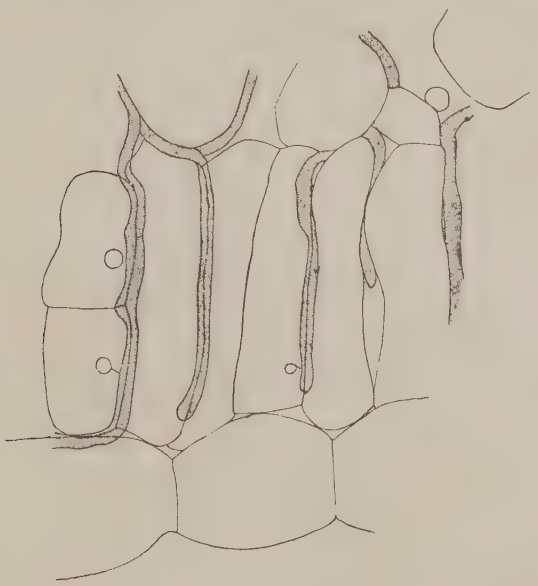


Fig. 7. — Mycélium dans le tissu palissadique d'une feuille. Gr. 750.

taines Peronosporées. On sait que Mangin divise les Peronosporées en deux groupes, d'une part celui dans lequel les bouchons calleux seraient abondants et d'autre part celui dans lequel ils ne se rencontreraient que rarement. Pendant longtemps nous n'avons pas hésité à placer le *Peronoplasmopara Humuli* dans ce second groupe car nous n'avions jamais trouvé les amas callosiques. Plus tard nous les avons rencontré quelquefois, mais à de si rares intervalles que nous n'hésitons pas à les conserver dans le

second groupe. Les bouchons calleux sont parfaitement reconnaissables après coloration à la deltapurpurine ou au bleu lactique (fig. 2). Ils ne doivent pas être confondus avec les vacuoles que nous sommes arrivés à mettre en existence à l'aide du rouge neutre. Les vacuoles s'accompagnent d'un protoplasma raréfié alors que les régions limitées par les bouchons calleux sont à protoplasma dense. D'ailleurs l'emploi de colorants appropriés met à l'abri de toute erreur.

Le *Peronoplasmopara Humuli* attaque tous les organes verts du Houblon. Dans les rameaux le mycelium se développe le plus facilement dans

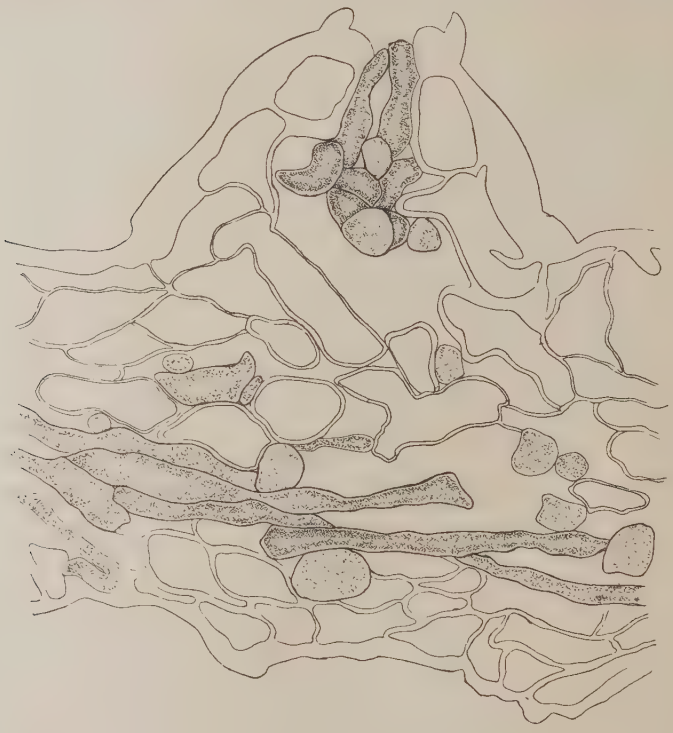


Fig. 8. — Amas mycélien dans les chambres sous-stomatiques et les diverses régions d'une bractée de l'inflorescence.

la région corticale et dans la moëlle ; mais il attaque cependant tous les tissus bois et liber compris.

Les fig. 3, 4, 5, 6 témoignent de la végétation de l'hyphe dans les tissus ; en outre choisies comme schématisant de très nombreuses coupes, elles permettent de nous rendre compte de ce que peut être le cheminement du champignon à l'intérieur des rameaux. Le mycelium paraît être sollicité par deux directions, l'une longitudinale dans la moëlle et dans l'écorce,

régions à cheminement facile ; l'autre radiale, qui semble *a priori* pouvoir s'effectuer dans les deux sens mais qui paraît le plus souvent avoir lieu de l'extérieur vers l'intérieur.

Après pénétration, le mycelium s'étend circulairement sous la couche sous-épidermique où il peut former au bout de quelque temps des amas importants (voir en coupe transversale les fig. 3 et 5, en coupe longitudinale la fig. 4). Pénétrant ensuite plus avant, il se heurte à la région des fibres péricycliques ; ce n'est qu'à la longue qu'il les désagrégera, il choisira d'abord l'intervalle entre deux paquets de fibres pour s'introduire au centre du rameau ; il dissociera la région libérienne où les suçoirs seront abondants et où les membranes cellulaires présenteront une altération marquée. Puis il traversera la zone génératrice pour attaquer le bois dans lequel il cheminera en suivant de préférence les rayons médullaires.

Le mycelium de *Peronoplasmopara Humuli* se retrouve dans tous les organes du Houblon : tiges, feuilles, bractées, stipules, pétioles, pousses

Fig. 9. — Mycélium dans une bractée. Gr. 750.

spiciformes. Dans les feuilles il apparaît principalement dans le tissu lacuneux, mais il peut envahir également le tissu palissadique envoyant des suçoirs sphériques à l'intérieur des cellules (fig. 7). Les faisceaux libéroligneux sont assez souvent respectés.

Nous avons rencontré également le mycelium sur les jeunes inflorescences avant la formation des cônes ; dans ce cas le champignon déter-

minait une véritable coulure pathologique. Enfin la présence du mycelium n'est pas douteuse dans les bractées des cônes. Le rouge du cône, s'il peut être dû parfois au *Sphaerotheca Humuli*, s'accompagnait ces deux dernières années en Bourgogne des organes végétatifs et reproducteurs du *Peronoplasmopara Humuli* (fig. 8 et 9). Il y a donc tout lieu de rapporter la brunissure du cône à l'action parasitaire de ce champignon.

Nous nous sommes surtout attachés à mettre en évidence le mycelium dans l'appareil souterrain du Houblon. Si son existence ne fait pas de doute dans certaines parties ligneuses de la plante, nous n'osons cependant pas nous prononcer sur sa vitalité.

Nos premières recherches remontent au printemps 1927. Des pousses spiciformes portées sur le bois de l'année précédente nous avaient été envoyées d'Alsace ; une souche même nous avait été adressée. Plusieurs

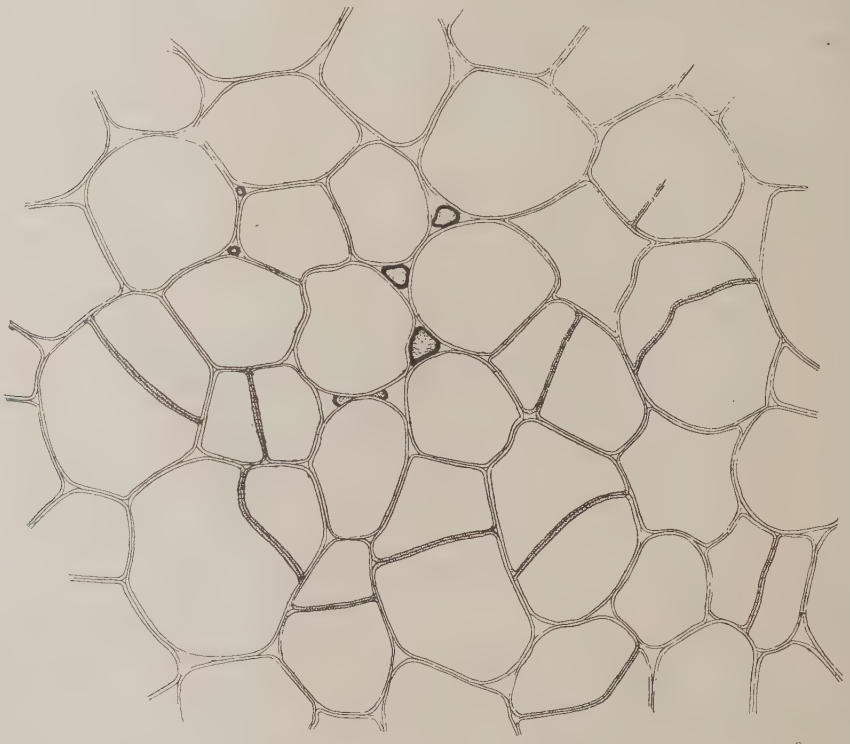


Fig. 10. — Mycélium dans la moelle du talon d'une pousse spiciforme. Gr. 200.

recherches démontrèrent que le mycelium envahissait l'écorce et la moëlle des pousses spiciformes mais ne pénétrait pas plus bas. Dans deux cas cependant nous le retrouvâmes très nettement caractérisé dans l'écorce, la moëlle et le liber du talon qui portait les pousses spiciformes ; seul le

bois ne nous a pas paru atteint. Les fig. 10 et 11, destinées à mettre en évidence certains détails de suçoirs, ont été dessinées d'après ces échantillons. Mais il ne nous fut pas possible de retrouver le mycelium dans les parties plus âgées de la souche.

La même année nous recherchâmes une confirmation à ces premiers résultats sur des pousses spiciformes récoltées par nous-même en Bourgogne avec les parties ligneuses adhérentes ; jamais le mycelium ne descendait au-dessous du coussinet d'insertion de la pousse spiciforme. A noter que nous ne trouvions pas d'œufs de *Peronoplasmopara Humuli*, au bas des pousses spiciformes, comme le signalent E.-S. Salmon, Ware et Blattny.

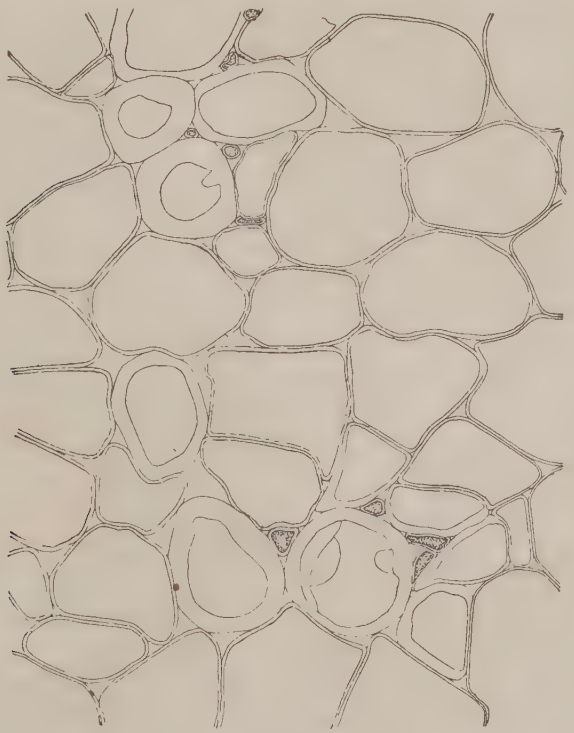


Fig. 11. — Mycélium dans la moelle du talon d'une pousse spiciforme. Cellules à paroi épaisse. Gr. 400.

Cette différence d'invasion suivant la provenance des échantillons, si elle est d'abord pour nous étonner, peut facilement s'expliquer par l'ancienneté d'attaque d'une houblonnière : les plus anciennement atteintes pouvant être seules contaminées dans leurs parties souterraines. On verra que les recherches positives de cette année permettent de maintenir ce raisonnement.

En automne 1927, nous recherchâmes en Bourgogne la présence du mycelium sur les portions de liane (1) de l'année précédente. Nos observations autant macroscopiques que microscopiques furent négatives.

Cette année nous avons repris nos observations en Bourgogne dès le début de la végétation ; quelques jours après l'époque de la taille nous récoltions des bourgeons n'atteignant pas 1 centimètre de long ; nous n'y avons jamais trouvé de mycelium. Par ailleurs, les pousses spiciformes sont parfaitement reconnaissables bien avant qu'elles ne sortent du sol alors qu'elles ont 4 à 8 centimètres de long. Elles sont de teinte jaunâtre avec les écailles du point végétatif décolorées, alors que les pousses saines sont légèrement rosées avec les écailles rouges très souvent. De plus les pousses malades sont plus grosses en diamètre et de consistance molle.

Dans la suite nous avons souvent récolté des pousses spiciformes, le bois de l'année précédente était cette année envahi de mycelium.

Ces faits, contradictoires en apparence, rendent fort obscure l'idée qu'on peut se faire de la conservation du mycelium durant l'hiver. Il n'est pas douteux que les pousses sortent de terre, malades; doit-on l'attribuer à une perennité du mycelium dans la souche ou à une conservation du champignon dans le sol ? Les quelques résultats exposés précédemment ne nous permettent pas de nous prononcer.

Nous avons cependant acquis la certitude qu'on ne pourra élucider clairement le problème qu'en regardant la maladie évoluer sur une seule plante et non sur l'ensemble d'une houblonnière comme nous l'avons effectué jusqu'ici.

Si on considère maintenant l'influence du mycelium sur l'anatomie des tissus parenchymateux, elle apparaît double :

a) Epaississement des membranes cellulaires ;

b) Hyperplasie marquée des régions saines formant barrière autour des points contaminés.

Dans la moelle, le mycélium forme des faisceaux n'intéressant au début qu'un petit nombre de cellules; ils peuvent s'apercevoir même à un faible grossissement, et cela grâce à l'épaississement de la membrane des cellules atteintes (fig. 11). Cet épaississement très probablement associé à une modification chimique de la paroi peut atteindre cinq à six fois les dimensions

(1) Nous croyons nécessaire ici de donner quelques renseignements sur la culture du Houblon en Bourgogne. A la récolte, les lianes sont sectionnées à environ 40 centimètres du sol, ce qui permet d'arracher les perches qui, après la cueillette, seront ensuite mises en faisceaux. Les portions de tige qui demeurent séjourneront tout l'hiver dans le sol et ne seront sectionnées qu'à la taille après déchaussement des souches. C'est sur ces portions de tige que nos observations ont porté.

normales des membranes cellulaires. Ces membranes altérées prennent de manière intense la deltapurpurine après traitement préalable à l'hypochlorite de soude et à la potasse. Ce procédé nous a donné également de bons résultats pour la mise en évidence du mycelium, les colorations fugitives de la deltapurpurine pouvant être conservées un certain temps par immersion finale des coupes dans une solution de sulfate de cuivre à 10 %. Nous n'avons pas étudié les modifications subies par le contenu cellulaire, mais des études cytologiques seraient particulièrement intéressantes à pour-

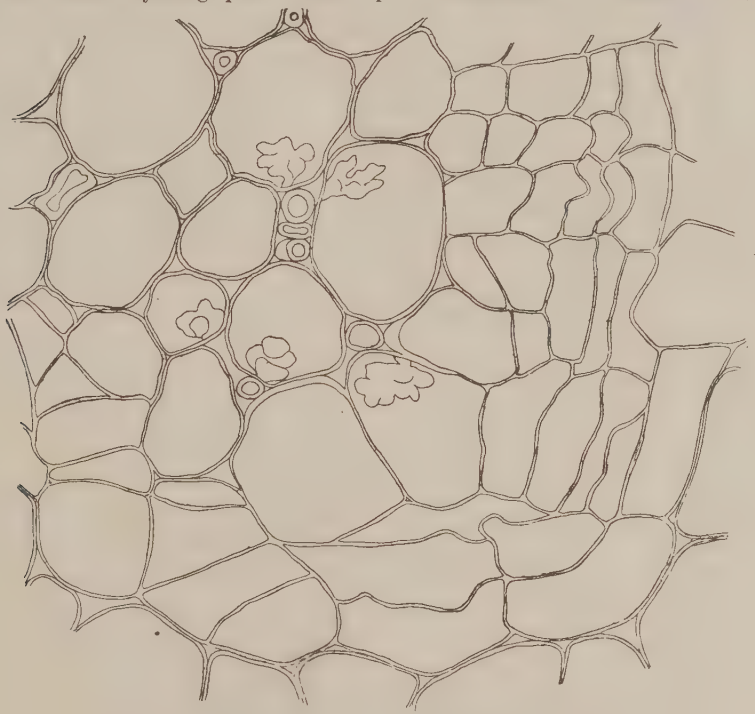


Fig. 12. — Mycélium et suçoirs de *Peronoplasmopara Humuli*. Gr. 400.

suivre sur les bractées de cônes nouvellement atteints. Les études de F. Moreau sur la formation de la lupuline seraient précieuses (1).

En outre de cet épaisissement des membranes médullaires, il nous a été permis de constater une hyperplasie marquée des cellules de la moëlle, mais

(1) Dans certains cas les faisceaux libero-ligneux sont groupés laissant entre eux de larges rangées de cellules parenchymateuses qui constituent une voie de pénétration pour le parasite. Ne serait-ce pas un caractère corrélatif de la différence vraie de sensibilité des diverses sortes de Houblon ? M. Moreau a montré en effet que ces caractères anatomiques avaient une fixité assez grande pour être utilisés en systématique. Le cheminement longitudinal s'effectue concurremment, et si la moëlle constitue un milieu de développement particulièrement favorable, le processus radial inverse peut se produire.

quelquefois aussi de l'écorce; fait qui expliquerait les faisceaux mycéliens médullaires, car il a pour résultat la constitution d'une véritable barrière tout autour des régions infectées. La fig. 6 nous est apparue comme représentant le prélude du terme final qu'on retrouve dans la fig. 10.

B) *LES SUÇOIRS.*

La description des suçoirs n'a, à notre connaissance, jamais été effectuée. W. M. Ware se contente de dire : « *Haustoria were specially well defined* » (2), et le Dr Baudys en donne à notre avis des photographies insuffisantes.

Nous estimons qu'une simple coloration au bleu coton, sans aucun traitement préalable est le plus sûr moyen, lorsqu'on en a un peu l'habitude, d'en fixer les détails en évitant toute altération de forme. Pour bien en déterminer les relations avec la cellule hôte, l'action successive de l'eau de Javel et de la potasse, en observant les modalités décrites par Mangin, la double coloration à la rosazurine et à la benzoazurine. Quoique très déli-

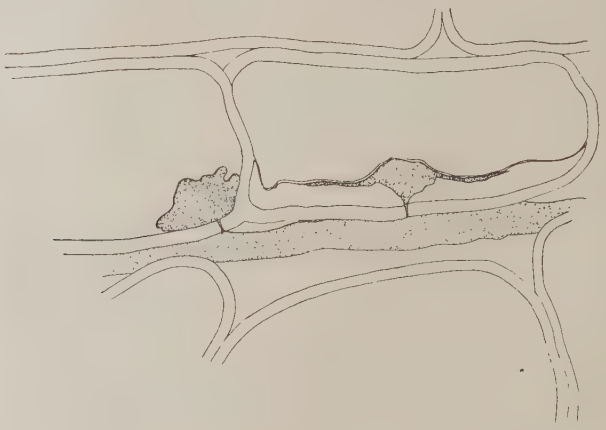


Fig. 13. — Suçoirs de *Peronoplasmopara Humuli*. Gr. 300.

cate, donnent de bons résultats. Nous nous en sommes cependant tenus le plus souvent à une coloration à la deltapurpurine avec fixation au sulfate de cuivre.

Le suçoir n'est jamais en contact direct avec le contenu de la cellule ; il demeure entre lui et le protoplasma une gaine, sorte d'invagination de la membrane cellulaire (fig. 13 et fig. 14). Ce n'est qu'un cas de plus venant confirmer la règle de Mangin conçue en ces termes :

« En aucun cas il n'existe de contact immédiat entre l'élément vivant de la cellule et le suçoir du parasite. »

(2) Les suçoirs étaient particulièrement bien mis en évidence.

Les apparences des suçoirs quant à leur forme sont très trompeuses. Nous retrouvons dans nos notes du début :

« Les rameaux et les pousses spiciformes présentent des suçoirs nettement du type ramifié pourvus d'un pédicelle plus ou moins long. »

Fig. 14 — Suçoirs de *Pseudoperonospora Humuli* (gr. 500).

Fig. 15. — Suçoir pédicellé de *Pseudoperonospora Humuli* dans une pousse spiciforme (gr. 400).

En fait, les fig. 15, 16, 17, toutes dessinées à la chambre claire (comme d'ailleurs l'ensemble des figures de ce travail) témoignent de ce que cet aspect est bien visible. Le suçoir peut alors apparaître comme un long pédicelle ramifié à son extrémité ou comme formé d'un disque qui porte lui-même des digitations.

Cependant nous ne considérons pas cette forme ramifiée comme caractéristique de l'espèce. Les formes globuleuses, à partie extérieure claire et à contenu fortement coloré par le bleu coton retiennent notre préférence. Il serait très facile d'après ces deux formes et celle un peu différente qu'on retrouve dans les feuilles (globule porté par un long pédicelle) d'invoquer un polymorphisme de suçoirs ; les suçoirs foliaires formant transition entre les deux autres formes. Nous ne croyons pas devoir le faire. Nous retenons simplement la forme globuleuse de laquelle les autres semblent dériver. Dans les études de ce genre il ne semble pas qu'on doive s'attacher tellement à décrire toutes les formes que l'on peut trouver, mais qu'on doive spécialement rechercher celle qui est vraiment typique. Les résultats doivent naître de l'interprétation des faits obtenus et ne pas être la traduction d'une énumération.

Nous avons obtenu certaines précisions sur le nombre des noyaux dans

le suçoir, sur les relations entre le suçoir et le noyau de la cellule hôte. Nous croyons devoir encore les vérifier avant de les publier.

C) *CONIDIOPHORES ET CONIDIES.*

Lorsque les conditions de développement sont favorables, le *Peronoplasmopara Humuli* fructifie. Le mycelium se rassemble dans la chambre sous-

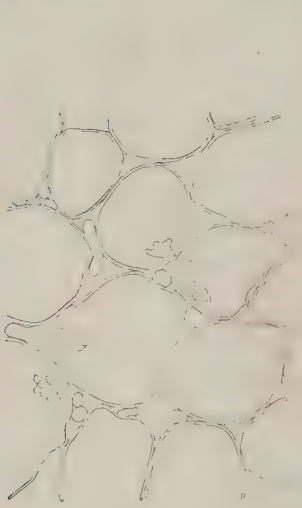


Fig. 16. — Suçoirs dans une pousse spiciforme. Gr. 300.

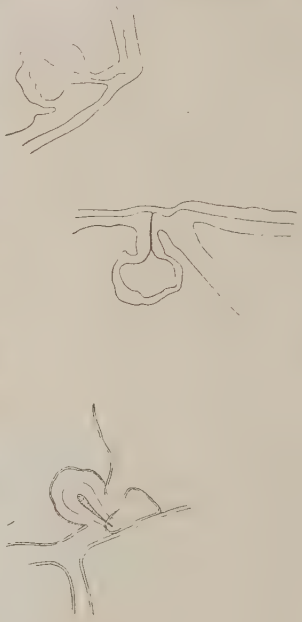


Fig. 18. — Divers aspects de suçoirs. Gr. 750.

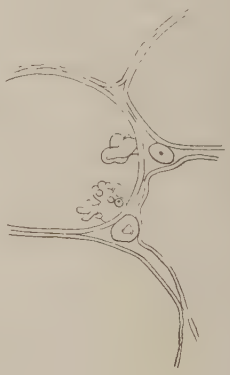


Fig. 17. — Suçoirs dans une pousse spiciforme. Gr. 300.

stomatique (fig. 8) et émet des filaments qui sortent par l'orifice du stomate. Ils sortent habituellement par groupe de quatre à sept, rarement davantage, constituant ainsi des bouquets de conidiophores. Ces conidiophores ne tardent pas à se ramifier et à porter des conidies, organes reproducteurs. Nous nous sommes attachés, dans la fig. 9, à dessiner les diverses complications que peuvent présenter les extrémités de ces conidiophores ; on voit qu'il peut y avoir une foule d'intermédiaires entre les plus ramifiés et les moins ramifiés. Les dimensions de ces organes correspondent à celles données par Salmon et par les auteurs japonais.

Les conidies prennent naissance aux extrémités des conidiophores, complètement développées il résulte d'un grand nombre de mensurations que leurs dimensions peuvent varier entre 28 et 31 μ de long sur 20 et 22 μ de large.

La germination des conidies a été plusieurs fois effectuée en goutte

pendante ; elle a lieu normalement dans l'eau de pluie à la température du laboratoire et sans qu'une influence lumineuse ait été particulièrement constatée. Les spores se comportent comme de véritables sporocystes. Voici les divers stades de cette évolution.

La période de germination suit de deux à quatre heures le moment de l'ensemencement; à 20° c. elle débute 2 h. 15 après. Le protoplasma devient granuleux, laisse voir certains cloisonnements ; mais nous n'avons

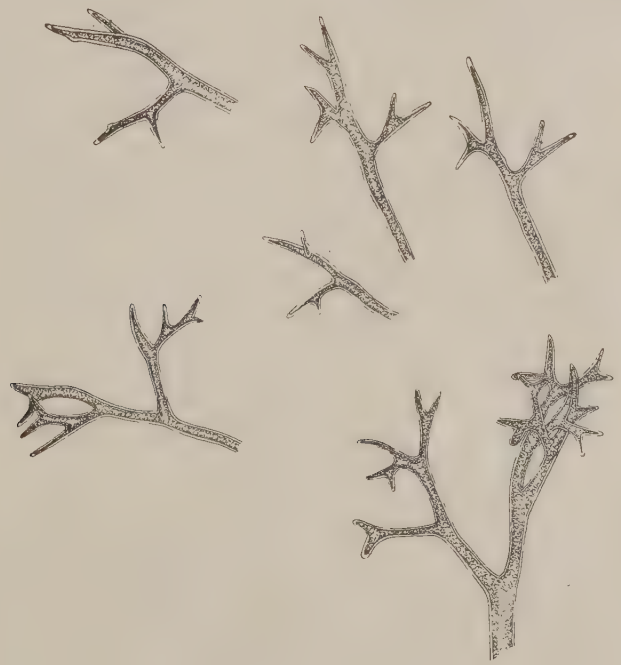


Fig. 19. — Extrémités de conidiophores de *Peronoplasmopara Humuli*. Gr. 500.

jamais pu observer une différenciation nette de la totalité des corps reproducteurs à l'intérieur de la spore ; autrement dit, le moment qui précède la sortie des zoospores n'est pas bien apparent.

Les zoospores peuvent sortir isolément, mais le plus souvent elles sont attachées par une de leurs extrémités généralement par groupe de quatre. Après un court moment d'arrêt devant l'ostiole, elles se dégagent de toute relation avec leurs voisines. Parfois cependant elles nagent par paire. comme l'a déjà signalé Salmon.

Nous avons pu compter jusqu'à 7 zoospores pour une même spore; mais le plus souvent c'est un chiffre inférieur qu'on note. Difficilement mesurables en mouvement, elles ont de 6 à 7 μ de diamètre lorsqu'elles

s'arrondissent et ne sont plus animées que de très faibles mouvements de rotation ; elles possèdent deux cils d'inégale longueur, dont le plus long a environ trois fois le diamètre de la zoospore.

Le temps de repos est de courte durée ; elles explorent rapidement le champ du microscope animées de mouvements de tangage sur le dos ; elles demeurent parfois un moment dans la même région, puis se déplacent brusquement.

Après quelque temps, au bout de la cinquième heure qui suit l'ensemencement, les zoospores deviennent immobiles. Très souvent nous avons constaté un accroissement rapide de la turgescence du corps unicellulaire, son augmentation en volume et sa dissociation ultérieure.

Nous avons pu obtenir dans l'eau de pluie stérile, mais pas dans l'eau distillée, des germinations de zoospores. Elles émettent un tube germinatif simple de longueur variable (voir fig. 22). Nous n'avons pu aller plus avant dans l'évolution.

Souvent, certaines zoospores ne sont pas libérées de la spore (parfois jusqu'à trois) et s'agitent dans son intérieur. Nous avons pu suivre l'émission d'un tube germinatif par l'ostiole de la spore (voir fig. 22).

Dans bien des cas nous avons cru que la spore ne se comportait pas comme un sporocyste mais germait directement en tube. En fait, l'apparence est telle et peut donner lieu à une conclusion erronée ; en réalité ce n'est que le cas extrême du phénomène qu nous signalions précédemment.

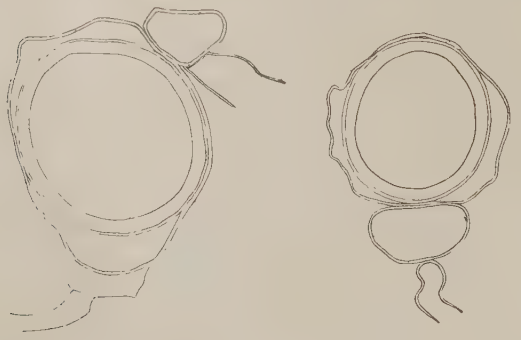


Fig. 20. — Œufs de *Peronoplasmopara Humuli* avec trace de l'anthéridie fécondante. Gr. 750.

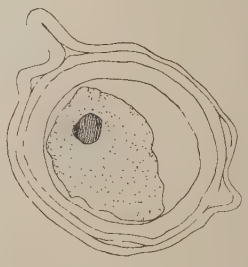


Fig. 21. — Œuf de *Peronoplasmopara Humuli*. Gr. 1.000.

Toutes les zoospores sont parfois retenues à l'intérieur de la spore, et la plus voisine de l'orifice germant à l'intérieur du sporange émet un tube qui chemine par le pore libérateur donnant ainsi l'impression d'une germination par tube. On en arrive alors à se demander si chez les diverses

Peronosporales on ne se trouve pas en présence de faits analogues qui peuvent prêter à confusion.

La coloration vitale des zoospores en voie de germination, à l'aide du rouge neutre, nous a conduit à des observations intéressantes. Une zoospore mobile possède une vacuole en déformation permanente, ce qui pourrait faire croire à l'existence de plusieurs vacuoles lorsque les trabécules de soudure sont par trop fins. Mais dès que la zoospore s'arrête avant de germer une vacuole à corpuscule mobile interne nettement visible est seule présente.

La zoospore germe en un tube riche d'un protoplasma dense et hyalin dans lequel on ne constate pas au début, de vacuoles; mais dans la suite de petits points noirs apparaissent, points auxquels nous ne savons donner aucune signification, à partir desquels prennent naissance de petites vacuoles sans qu'apparemment la vacuole primitive ait en rien contribué à leur formation.

On sait que les avis sont partagés sur l'origine des vacuoles. Pierre Dangeard, s'appuyant sur la germination des spores de *Sterigmatocystis*

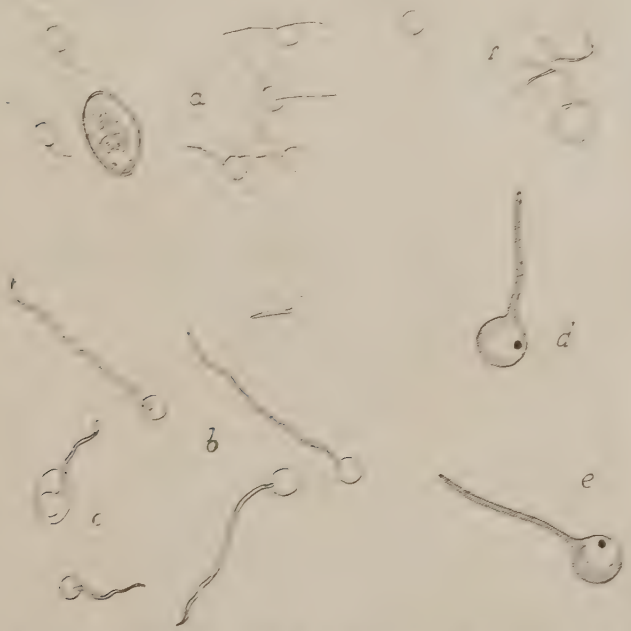


Fig. 22. — *a*, Spore dans l'état qui précède la segmentation. Zoospores mûres de deux tailles. Gr. 225. *b*, Germination des zoospores. Gr. 225. *c*, Zoospore ayant germé à l'intérieur d'une spore. Gr. 225. *d*, *e*, Germination d'une zoospore montrant la vacuole demeurée dans le corps reproducteur, muni de son corpuscule mobile. Gr. 500. *f*, Zoospores germant sur un lambeau de tissu. Gr. 400.

nigra, *Penicillium glaucum*, *Oïdium lactis*, écarterait l'hypothèse d'une néoformation que soutiendrait A. Guilliermond. Il semble que l'observation que nous venons de signaler renforcerait l'hypothèse de A. Guilliermond.

Les œufs se forment à l'arrière-saison dans presque tous les organes verts. Nous les avons trouvés très nombreux au cours de ces deux dernières années dans les bractées des cônes atteints de rouge : dès le mois d'août on peut les y voir. Ils se rencontrent aussi dans les feuilles mais il semble qu'ils ne se forment pas dans les limbes foliculaires avec une aussi grande abondance que dans les bractées. Nous ne les avons point rencontré à la base des pousses spiciformes comme le signalent la plupart des auteurs ; notre constatation ne vient nullement infirmer leur dire ; rien ne s'oppose, en effet, à ce que les œufs prennent naissance dans ces organes. La raison suffisante pour expliquer notre insuccès dans ces recherches est que nous n'avons jamais pu retrouver de pousses spiciformes basales à la fin de l'été.

Les œufs se trouvent à l'intérieur des tissus : ils sont formés comme les fructifications sexuées des Peronosporales d'une oogone ici relativement mince, incolore et assez difficilement décelable, et d'une oospore. L'oogone est généralement plissée, mais peu, comme le montrent les fig. 20 et 21.

L'oospore comprend une exospore mince, généralement pigmentée en brun et qui ne nous a pas paru porter d'ornementations, et d'une endospore plus épaisse, prenant légèrement le bleu lactique.

Comme en témoigne la fig. 20, nous avons pu retrouver la trace de l'anthéridie fécondante.

La germination de l'œuf sera décrite dans une prochaine note.

BIBLIOGRAPHIE

Baudys (Dr E.) : Falscher Hopfenmeltau in Mahren (Le Mildiou du houblon en Moravie). (*Recueil de travaux des Instituts des Recherches Agronomiques de la République tchécoslovaque*. Sr. 27 a, pp. 277-295, 10 fig., 1 diag. 1927.)

Blattny (C.) : Peronospora (falscher Meltau) der Hopfens. *Pseudoperonospora humuli* (Miyabe et Takahashi) Wils. (*Recueil de travaux des Instituts des Recherches Agronomiques de la République tchécoslovaque*. Sr. 27 a, pp. 5-274, 297-299, 301-304 ; 1 col. pl., 50 fig., 6 diag., 2 graph. 1927.)

Dangeard (V.) : Sur l'origine des vacuoles. (*Le Botaniste*, pp. 245-264. 1927.)

Ducomet (V.) : Le Mildiou du houblon, maladie nouvelle pour la France. (*Revue de Path. vég. et d'ent. agr.* Tome XII. Fascicule 3, pp. 248-254. Juillet-septembre 1925.)

Guilliermond (A.) : Observation sur l'origine des vacuoles. (*Vol. jubil. V. Gregoire*, 2e partie : La cellule. Vol. XXXVI.)

Istvanffi (Gy. de) : Sur la perpétuation du mildiou de la vigne. (*C. R. A. Sciences*, Paris, 1904, Tome I, p. 643.)

Jaecher (A. de) : Le présent et l'avenir de la culture houblonnière. (*Bulletin de l'Institut supérieur des fermentations de Gand*, 1927.)

— Les Maladies nouvelles du houblon et leur répercussion sur la récolte. (*Bulletin trimestriel de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole supérieure de Brasserie de Louvain*, 27e année, n° 1. Janvier 1927.)

— Le Mildiou du houblon en 1926. (*Petit Journal du Brasseur*, 20 mai 1927.)

Lang (W.) : Der falsche Mehltau am Hopfen (Le Mildiou du houblon). (*Nachrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschitzdienst.* Tome 8 ; pp. 63-64. 1925.)

Lindemans : The Downy Mildew of the hop. (*Petit Journal du Brasseur.* XXXII, pp. 899-901. Abs. in *Journ. Inst. of Brewing.* XXXI, 10, p. 526. 1925.)

Maire (R.) : La Biologie des Uredinales. (*Progressus rei Botanicae*, v. page 139.)

Mangin (L.) : Recherches sur les Péronosporées. Autun, 1895.

Marchal (P.) et Foex (E.) : Rapport phytopathologique pour l'année 1925. (*Annales des Epiphyties*, XI. 6. p. 412, 470 1925.)

Melhuss : Periennal mycelium in species of Peronosporaceae related to *Phytophtora infestans*. (*Journal of Agricultural Research.* Vol. V, october, II, 1915. N° 2.)

Merkenschlager : Neue Arbeiten sur Peronospora krankheit des Hopfens. [Recent work in connexion with the Peronospora disease of Hops.] (*Nachruchtenbl. Deutsch. Pflanzen schutzdienst*, VII, p. pp. 41-43, 2 fig. 1927.)

Moreau (M. et Mme) : La densité des cônes nouvel élément d'appréciation des houblons. (*Bull. Soc. Bot. de France*, Tome soixante-huitième, 4e série. Tome XXI. 1921.)

— Sur une liane hermaphrodite du houblon. (*Bull. Soc. Bot. de France*, Tome soixante-neuvième, 4e série. Tome XXII. 1922.)

— Etude morphologique des inflorescences de houblon (*Humulus Luputus*). (*Bull. Soc. Bot. de France*, Tome soixante-neuvième, 4e série. Tome XXII. 1922.)

— Les éléments de la détermination des sortes chez le houblon cultivé. (*Bull. Soc. Bot. de France*, Tome soixante-dixième, 4e série. Tome XXIII. 1923.)

— Essai de reconstitution de la phylogénie des houblons de l'Est de la France. (*Bull. Soc. Bot. de France*, Tome soixante-dixième, 4e série. Tome XXIII. 1923.)

— Essai de filiation des houblons de Bourgogne. (*Bull. Soc. Bot. de France*, Tome soixante-dixième, 4e série. Tome XXIII. 1923.)

— Recherches sur le houblon effectuées en 1923. (*Troisième rapport présenté à la Commission du houblon de l'Office agricole Régional de l'Est.* 1924.)

Neumann (O.) : Der heimische Hopfenbau 1927. The home hop industry en 1927. (*Wochenschr. für Brauerei*, XLIV, 21. p. 241-242. 1927.)

Raybaud : Le Mildiou du houblon (Pseudoperonospora humuli) en Lorraine. (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, XCVI, 14, pp. 1164-1166. 1927.)

Riols : Le Mildiou du houblon en Bourgogne et nos essais de traitement en 1926. (*Rev. de Path. Vég. et d'Ens. Agr.*, Tome XIII, fasc. 4. Octobre-décembre 1926, p. 323.)

Salmon E.-S.) : An endemic Peronospora of Hop in England. (*Gardener's Chronicle*, n° 1973, Vol. LXXVI. Octobre 18. 1924.)

Salmon (E.-S.) et Wormald (H.) : Three new Disease of the Hop. (*The Journal of the Ministry of Agriculture*, Vol. XXX, n° 5. August. 1923.)

Salmon (E.-S.) et Ware (W.-M.) : The Downy mildew of the Hop. (*The Journal of the Ministry of Agriculture*, Vol. XXXI, n° 12, March, and Vol. XXXII, n° 2, April 1925.)

— The Downy mildew of the Hop and its epidemic occurence in 1924. (*The Annals of Applied Biology*, Vol. XII, n° 2. May 1925.)

— The « Downy mildew » on « Spike Disease » of the Hop in 1925. (*Journal of the Ministry of Agriculture*, XXXIII, 2, pp. 149-161, 4 pl. 1926.)

Ware (W.-M.) : Pseudoperonospora Humuli and its mycelial invasion of the host plant. (*The Transactions of the British Mycological Society*, Vol. XI, Paris I, and II, 26 August 1926.)

LA MOSAIQUE DE LA CANNE A SUCRE

par J. DUFRENOY

Chef de Travaux à la Station Centrale de Pathologie Végétale

La Mosaïque de la Canne à sucre se manifeste sur le limbe vert des feuilles par la présence de taches claires ou blanchâtres, allongées parallèlement les unes aux autres dans le sens de la longueur de la feuille.

Il faut un œil exercé pour distinguer les taches causées par la mosaïque des taches causées par diverses autres causes.

Le diagnostic précoce de la mosaïque est cependant très important, surtout dans les régions encore indemnes de la maladie, et qu'il importe de préserver de l'infection en n'y laissant végéter aucune canne malade.

Il a donc paru important d'étudier au microscope les lésions de mosaïque, afin de reconnaître les caractères histologiques et cytologiques des altérations causées par la maladie.

I. — Technique

Les variétés de canne à sucre diffèrent beaucoup quant à leur susceptibilité vis-à-vis de la Mosaïque : le rendement qui, chez certaines variétés, est diminué sensiblement par la maladie, reste satisfaisant chez d'autres variétés, alors même que se développent les symptômes de la Mosaïque.

Il était intéressant d'étudier, au point de vue cytologique, les lésions des variétés sensibles et celles des variétés résistantes.

C'est ce que nous nous sommes efforcés de faire, au cours de notre séjour au U. S. Bureau of Plant Industry, à Washington, où le Dr Brandes a bien voulu mettre à notre disposition la collection des cannes sensibles et résistantes qu'il a rassemblées dans ses serres d'isolement.

Comme variété sensible nous avons étudié Louisiana Ribbon, et compa-

Note. — Ce travail a été effectué au cours d'un séjour fait, comme Fellow de l'International Education Board, dans les stations du U. S. Bureau of Plant Industry, en Floride, et à Washington, puis à l'Université de Cornell.

rativement nous avons étudié une variété P O J, considérée comme résistante.

Des bourgeons de canne à sucre, avec les jeunes feuilles entourant les bourgeons et la base des feuilles voisines, ont été fixés par le liquide de Regaud (bichromate de potasse 3 %, 4 parties ; formol, 1 partie).

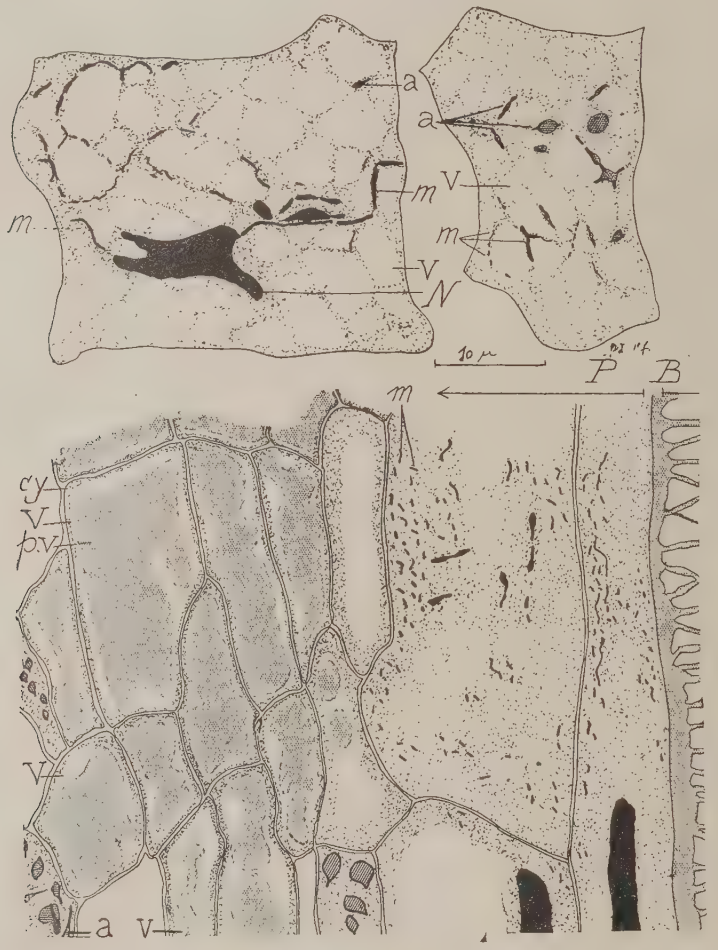


Fig. 1. — *En haut :* deux cellules de parenchyme de très jeune feuille de Canne (var. POJ) affectée de mosaïque, telles qu'elles apparaissent dans une coupe longitudinale passant au voisinage du bourgeon de la canne.

Le cytoplasme (représenté en ponctué) forme un réseau autour des vacuoles, qui apparaissent comme des espaces clairs. Le long des mailles du réseau cytoplasmique, on voit les mitochondries (m) dont beaucoup forment des grains d'amidon (a).

En bas : Coupe longitudinale du sommet de la tige de canne Louisiana Ribbon, au dessous du bourgeon.

A droite (B), vaisseau du bois ; immédiatement à gauche, cellules du liber ; plus à gauche, cellules où se développent d'énormes vacuoles (v) emplies de composés phénoliques (p.v.).

Des lambeaux de parties vertes ou décolorées des feuilles adultes prélevées avec un rasoir parallèlement à la surface de la feuille, ont été fixés de même.

D'autre part, bourgeons ou lambeaux de feuilles ont été étudiés vitalement, dans des solutions de rouge neutre, sucrées à 9 %.

Fig. 2. — Aspects des précipités vacuolaires dans des cellules du méristème de bourgeons de Canne à sucre affectée de mosaïque après fixation au Regaud.

Chaque cellule contient une, deux ou trois grosses vacuoles (v), dont le contenu est coloré dans son ensemble par le bichromate de potasse; à côté de ces grosses vacuoles on observe un grand nombre de petites vacuoles, dont le contenu a été précipité par le fixateur sous forme de grains ou de réseau (p.v.).

II. — Modifications de l'appareil vacuolaire

On sait que, lorsque des cellules de tissus normaux sont examinées vivantes dans une solution isotonique de rouge neutre, le contenu de leurs vacuoles se colore électivement en rouge.

Les vacuoles, nombreuses, petites, de formes irrégulières, et souvent filamenteuses dans les cellules très jeunes, augmentent de volume et se fondent souvent en une grosse vacuole unique à mesure que la cellule vieillit.

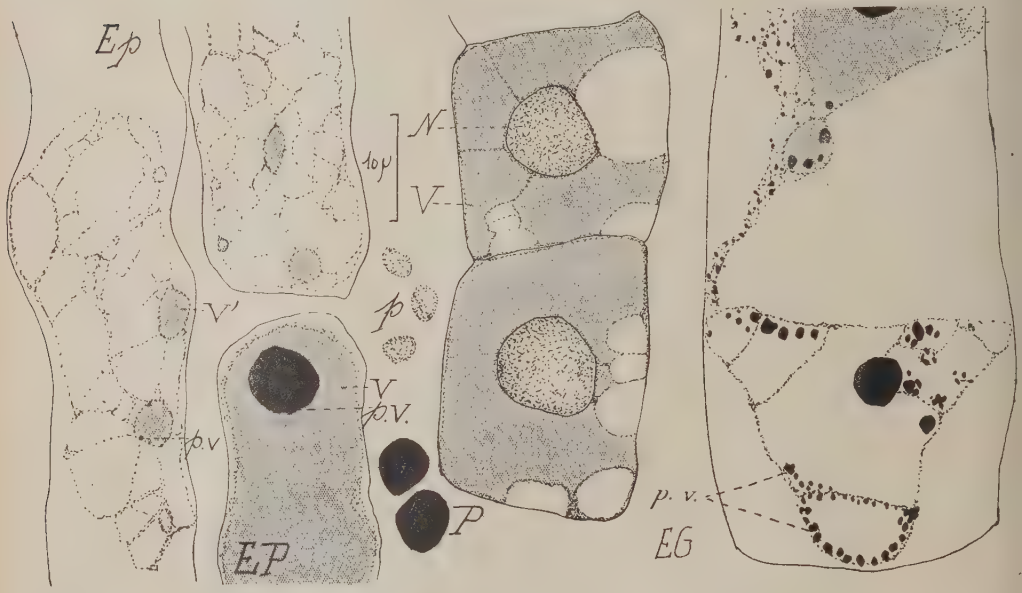


Fig. 3. — Colorations vitales de cellules épidermiques de très jeunes feuilles, dans une solution sucrée à 10 % :

Ep Région non verte : cellule plasmolysée ;

EP Région verte, cellule turgescente ;

EG Partie de cellule de gaine de jeune feuille, montrant une grosse vacuole colorable dans son ensemble (en grisé) et de nombreuses petites vacuoles dont le contenu est précipité (p.v.) ;

P figure les plastes des cellules vertes, et p les plastes des cellules non vertes, à la même échelle de grossissement (dessinée au-dessus).

Cette évolution du système vacuolaire se fait d'autant plus rapidement que la cellule se différencie plus vite ; par exemple, les cellules épidermiques développent rapidement de grandes vacuoles.

Au-dessous du bourgeon, les cellules se différencient plus rapidement au niveau de l'insertion des feuilles, c'est-à-dire au niveau d'un nœud, qu'au niveau des entre-nœuds. Les vacuoles se développent donc plus rapi-

dement dans les cellules situées au niveau des nœuds que dans les cellules des entre-nœuds.

Une coupe longitudinale du bourgeon et du sommet de la tige montre

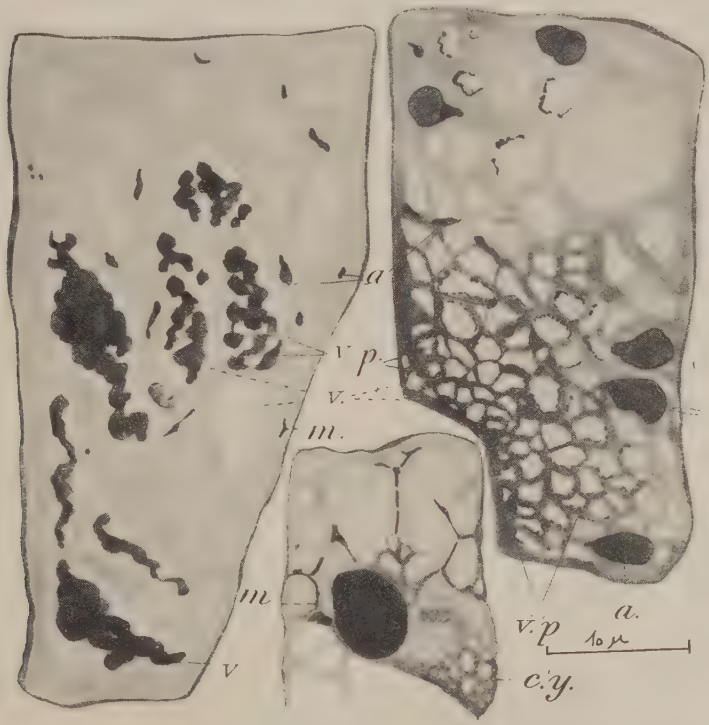


Fig. 4. — Cellules du parenchyme chlorophyllien de très jeunes feuilles de Canne à sucre affectée de mosaïque (variété Louisiana Ribbon). Fixation au Regaud, coloration à l'hématoxyline ferrique.

A gauche : cellule peu affectée, montrant un cytoplasme homogène avec mitochondries (m) et amyloplastes (a). Dans les vacuoles (v) relativement volumineuses, le contenu vacuolaire, riche en composés phénoliques, a été précipité par le fixateur sous forme de chapelets de granules (vp). Autour de ces précipités, l'espace vacuolaire apparaît clair (v).

En bas : cellule d'initiale de feuille, montrant les débuts de l'altération provoquée par la mosaïque ; en cy, le cytoplasme, plus fortement colorable, forme un réseau dont les mailles entourent un groupe de petites vacuoles ; ailleurs, le cytoplasme, largement vacuolisé, forme de fins trabécules, le long desquels s'observent les mitochondries m.

A droite : cellule de jeune feuille montrant un stade plus avancé de l'altération causée par la mosaïque ; dans la partie inférieure gauche de la cellule, le cytoplasme fixe très fortement les colorants et forme un réseau entourant un système de petites vacuoles. Le contenu de ces vacuoles a été précipité par le fixateur sous forme de granules alignés le long du bord des vacuoles. Le réseau des trabécules cytoplasmiques fortement colorables, se fond vers le haut et vers la droite, avec le reste du cytoplasme fondamental, qui est creusé de larges vacuoles, dont le contenu n'a pas été précipité par le fixateur.

Certains grains d'amidon (a) sont devenus très volumineux.

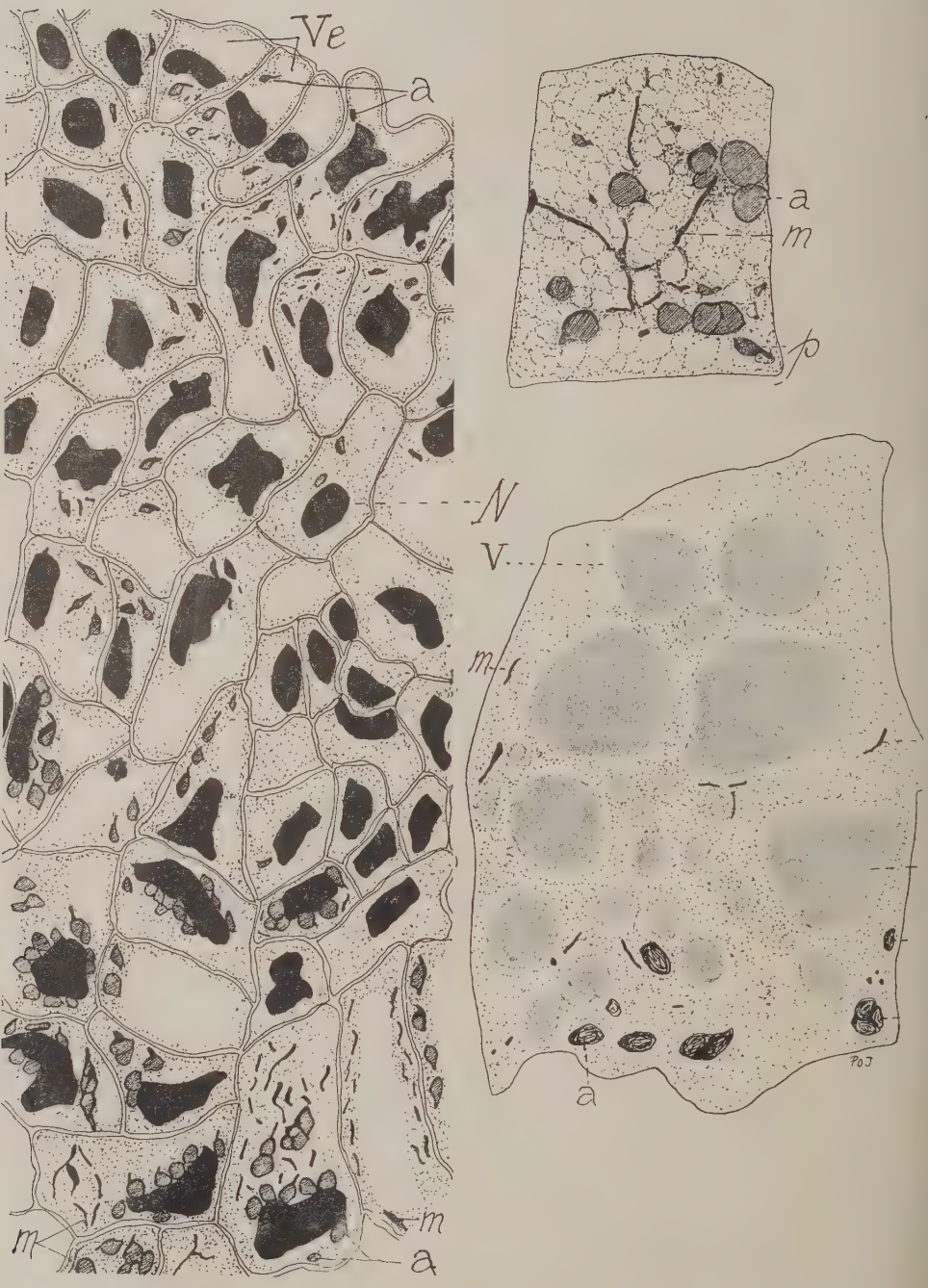


Fig. 5. — (*A gauche*) : Evolution des amyloplastes dans les méristèmes de cannes affectées de mosaïque :

par conséquent une série de plans nodaux où les cellules ont développé d'énormes vacuoles, et de plans internodaux où les cellules ont encore de petites vacuoles.

Si, au lieu d'examiner les cellules vivantes dans des solutions de rouge neutre sucrées, on examine des cellules de tissu tué par une solution de formol et de bichromate de potasse, on observe les mêmes aspects, à cette différence près qu'au lieu d'être coloré en rouge, le contenu des vacuoles est coloré en jaune. Le contenu vacuolaire est en effet riche en tanins ou en composés phénoliques qui forment avec le bichromate de potasse des précipités jaunes.

Les premiers symptômes de la Mosaïque se manifestent par des modifications du système vacuolaire : au lieu d'être représenté dans la cellule adulte par une grosse vacuole centrale, comme c'est la règle chez les tissus sains, le système vacuolaire des cellules affectées de mosaïque est représenté par de nombreuses petites vacuoles. Même si une grosse vacuole se développe au centre de la cellule, le cytoplasme des régions périphériques de la cellule se montre toujours creusé de nombreuses petites vacuoles. Cette fragmentation du système vacuolaire, qui donne au cytoplasme la structure d'une éponge, a pour résultat l'augmentation considérable des surfaces de contact entre le cytoplasme et le contenu cellulaire, et paraît trahir un état de suractivité de la cellule. A cette phase de surexcitation succèdent des phases d'altération.

III. — Les troubles apportés à la fabrication des hydrates de carbone par la Mosaïque

L'étude microscopique de bourgeons montre, dans le cytoplasme des très jeunes cellules, la présence des mitochondries, sous forme de courts bâtonnets.

Dans les tissus normaux, et à mesure que les cellules se différencient,

Fig. 5 (*suite*).

Coupe longitudinale d'un bourgeon de canne à sucre affectée de mosaïque (fixation par le mélange de formol et de bichromate de potasse). Beaucoup de mitochondries, colorables par l'hématoxyline sous forme de bâtonnets noirs (m) évoluent en amyloplastes (a) en formant à leur intérieur des grains d'amidon (a) colorables par l'iode.

(*En haut, à droite*) : Cellule de très jeune feuille de canne à sucre (var. POJ) affectée de mosaïque (cultures Brandes, U. S. Bureau of Plant Industry). Après fixation par le mélange de formol et de bichromate de potasse, et coloration par l'hématoxyline, le cytoplasme apparaît sous forme de fins trabécules séparant un système de vacuoles (v) ; quelques mitochondries (m) ont conservé la forme de bâtonnets, la plupart ont formé des grains d'amidon (a), mais on ne voit qu'un chloroplaste (p).

(*En bas, à droite*) : Cellule de feuille un peu plus âgée de canne à sucre POJ affectée de mosaïque : les vacuoles (v) sont emplies de composés phénoliques ; les grains d'amidon sont volumineux et nombreux, mais on ne voit pas de chloroplastes.

certaines de ces mitochondries évoluent en grains de chlorophylle dans les cellules des tissus verts : dans les tissus profonds, qui ne verdissent pas, certaines mitochondries accumulent de l'amidon formé aux dépens des sucres.

Dans les bourgeons de Canne affectée de mosaïque, les cellules méristématiques montrent déjà la différenciation d'un grand nombre de mitochondries en amyloplastes, par accumulation d'amidon (fig. 5).

Par contre, peu de mitochondries semblent évoluer en chloroplastes, dans les cellules destinées à former les taches incolores du parenchyme des feuilles affectées de mosaïque.

Les plastes des cellules non vertes restent d'ailleurs sensiblement plus petits que les plastes des cellules vertes (fig. 3).

L'étude vitale des vacuoles des cellules de feuilles de canne à sucre affectées par la mosaïque met en évidence la relation qui lie l'absence de chlorophylle à la moindre pression osmotique : Les aires décolorées correspondent aux plages où les cellules du parenchyme assimilateur ont des plastes jaunâtres de moins de 3 μ de diamètre. A ce niveau, les cellules épidermiques, immergées dans une solution de rouge neutre sucrée à 10 %, montrent un début de plasmolyse (fig. 3 ; à gauche : Ep.). Seules, quelques vacuoles v' se colorent dans leur ensemble ; presque toujours le colorant est précipité sous forme de granules (p. v.).

Les aires vertes de la feuille correspondent aux plages où les cellules du parenchyme assimilateur ont des plastes verts, de plus de 5 μ de diamètre. A ce niveau les cellules épidermiques EP ne sont pas plasmolysées par une solution sucrée à 10 % et elles contiennent une grosse vacuole colorable dans son ensemble par le rouge neutre (v).

La moindre pression osmotique des cellules non vertes par rapport aux cellules vertes s'explique par une moindre richesse en hydrates de carbone.

Les recherches micrographiques poursuivies à Porto-Rico par M. T. Cook avaient d'ailleurs bien mis en évidence l'inhibition de la photosynthèse dans les plages non vertes des feuilles.

IV. — Méthodes de lutte contre la Mosaïque de la Canne à sucre

Les régions de culture de Canne doivent être divisées en deux groupes :

I. Régions où la Mosaïque n'existe pas. — Dans ces régions, l'importation de cannes étrangères doit être, sinon absolument interdite, du moins n'être effectuée que par les soins d'un service compétent, sous condition d'une quarantaine effective.

Nous prendrons l'exemple de la Floride, où la Mosaïque n'existe pas ;

la collaboration de U. S. Bureau of Plant Industry et de compagnies privées permet actuellement la reconstitution d'une industrie sucrière dans les sols humifères de la région sud du lac Okechobee.

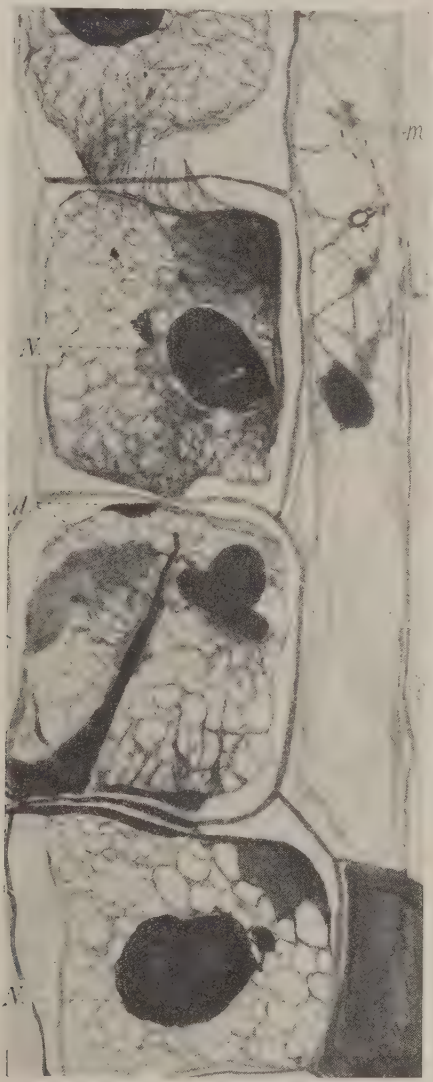


Fig. 6. — Cellules de feuille de Canne à sucre, gravement affectées par la mosaïque. (Fixation au Regaud; coloration à l'hématoxyline ferrique.) N. noyaux; des mitochondries m se reconnaissent nettement le long des trabécules cytoplasmiques de la cellule allongée. Dans les autres cellules, le cytoplasme légèrement plasmolysé forme un réseau de filaments dont certains sont particulièrement chromatophiles (d). — Les communications synaptiques entre cellules sont bien évidentes.

A la station expérimentale de la Canne à sucre de Canal-Point, nous avons vu quelles précautions sont prises pour éviter d'introduire la mosaïque avec des variétés importantes pour les besoins de l'hybridation.

Pour introduire la variété L. 511, très sensible à la mosaïque et presque toujours malade en Louisiane, le Dr Bourne, directeur de la station de Canal-Point, avait été lui-même rechercher en Louisiane les sujets qui lui paraissaient sains ; les boutures importées sont conservées pendant plusieurs saisons sous des tentes de toile assez fine pour ne laisser passer aucun insecte.

D'ailleurs, même en Floride où la mosaïque n'existe pas encore, la station ne propage que des hybrides réputés résistants à la mosaïque, tels que les P. O. J. 213, 36 et 234 ; bien entendu les hybrides doivent joindre à cette résistance une série d'autres qualités, et se montrer bien adaptées à la nature du sol : le P. O. J. 2725 semble par exemple convenir particulièrement au sol humifère.

II. Régions où existe la Mosaïque de la Canne a sucre. — Dans ces régions, seule la culture des variétés résistantes peut être poursuivie.

Le but des génétistes est alors de combiner à la résistance les autres facteurs désirables.

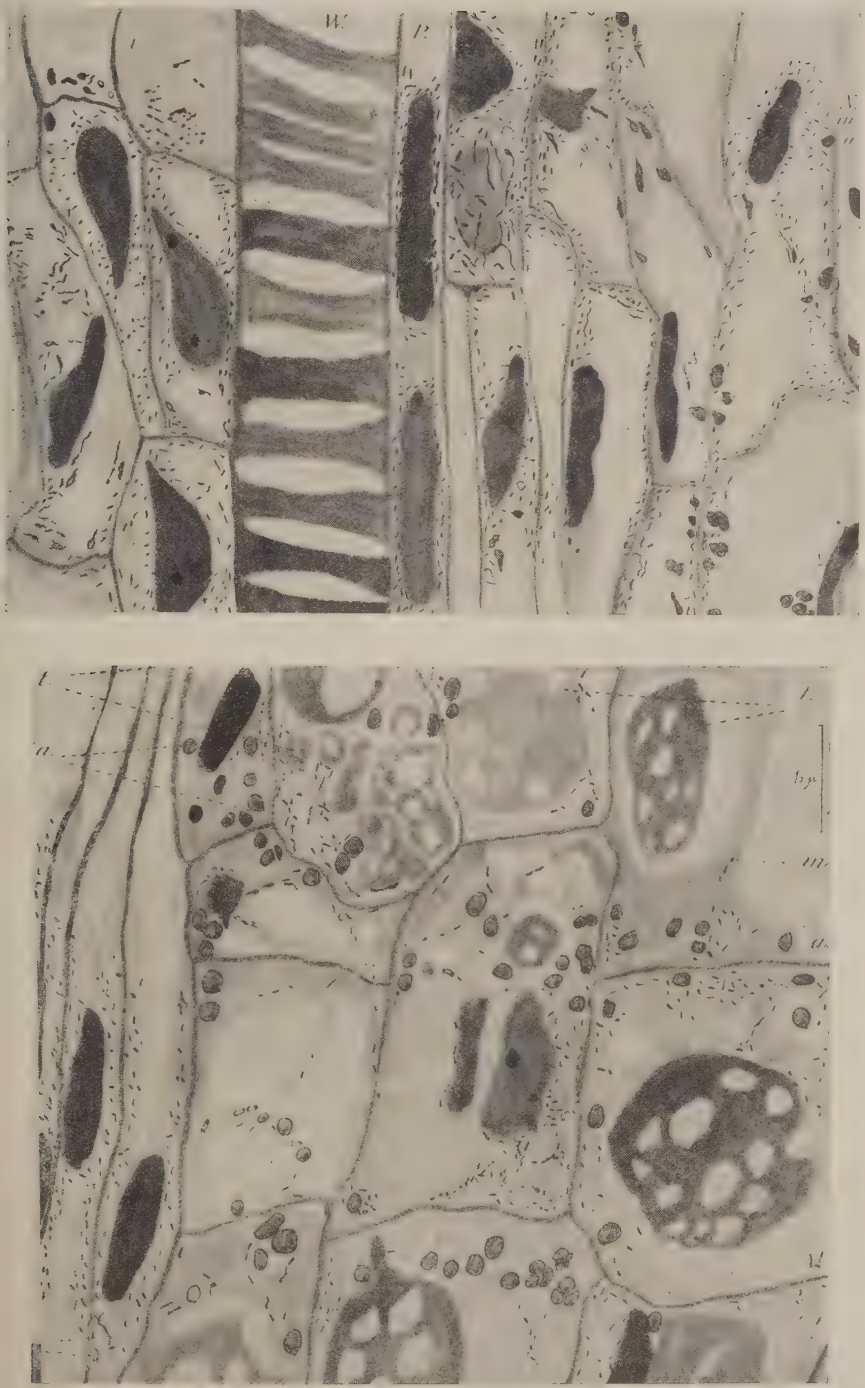
Il a paru au U. S. Department of Agriculture que le travail d'hybridation et de sélection de cannes résistantes pouvait être effectué en serres, et, à la Ferme d'Arlington, une serre d'isolement, spécialement aménagée, permet de grouper les diverses variétés de cannes affectées de mosaïque. Nous y avons vu le Dr D.-W. Brandes avant son départ pour son expédition effectuée en aéroplane en Nouvelle-Guinée, et d'où il vient de rapporter cent soixante-onze variétés de cannes, dont vingt spontanées, parmi lesquelles une espèce est nouvelle pour la science.

Conclusion

L'étude cytologique des lésions de la canne à sucre peut non seulement servir au diagnostic de la mosaïque, mais elle peut aussi nous permettre de mieux comprendre les troubles apportés par la maladie à la physiologie de la canne.

Dans les cellules affectées par la mosaïque, l'activité photosynthétique est réduite et la pression osmotique du suc vacuolaire est plus faible que dans les cellules vertes.

La plus faible pression osmotique des solutions vacuolaires des cellules privées de chlorophylle par rapport à celles des cellules vertes, est d'ailleurs



J. DUFRENOY : *Mosaïque de la Canne à Sucre.*

un phénomène général, reconnu pour les plantes panachées comme pour les plantes affectées de mosaïque.

D'autre part, les cellules affectées par la mosaïque sont le siège de phénomènes de protéolyse ; une cellule affectée par la mosaïque montre toujours, en une région de son cytoplasme, un foyer de protéolyse : ce foyer est reconnaissable, sous le microscope, comme une plage de cytoplasme plus facilement colorable que le reste du cytoplasme fondamental et que creuse un réseau de petites vacuoles, arrondies ou filamenteuses.

BIBLIOGRAPHIE

Cook (M.-T.). — The effect of mosaïc on the content of the plant cell. *Journ. Dept. Agric. Porto-Rico*, X, 3-4 ; p. 229-238. 1926.)

— Photosynthesis of the sugar cane mosaïc plant. (*Ibid.*, X, 3-4 ; p. 239-242. 1926.)

Dufrenoy (J.). — Le vacuome des cellules de Canne à sucre affectées de Mosaïque (*C. R. Soc. Biol.* XCIX, p. 503, 1928).

EXPLICATION DE LA PLANCHE

En haut : Tissu périvasculaire de la base d'un bourgeon de Canne à sucre affectée de mosaïque (fixation au Regaud, coloration à l'hématoxyline et à l'iode).

Les cellules du parenchyme voisines du vaisseau ligneux (w) montrent des mitochondries (m) dont beaucoup évoluent très tôt en amyloplastes (a) tandis que d'autres se vésiculisent.

En bas : Coupe des tissus périvaculaires, au-dessous du bourgeon d'une tige de Canne à sucre affectée de mosaïque. La fixation par le Regaud colore les tannoïdes des vacuoles (t) comme une masse spongieuse jaune. Certaines mitochondries ont évolué en amyloplastes (a) ; d'autres restent inactives dans la photosynthèse (m).

Certaines mitochondries se vésiculisent.

INFLUENCE DES RADIATIONS ULTRA-VIOLETTES SUR LE *BACILLUS TYPHI MURIUM* (VIRUS DANYSZ)

INFLUENCE DE LA DESSICATION SUR LA MÊME BACTÉRIE

par Paul RODE

Chef de travaux à la Station des Vertébrés utiles et nuisibles

PREMIERE PARTIE

Influence des Radiations ultra-violettes sur le *Bacillus typhi murium* (Virus Danysz)

La destruction des Campagnols par la méthode des virus a été employée pour la première fois en France par le Professeur Danysz en 1893.

Cette méthode a pris depuis quelques années une grande extension par suite des ravages causés trop fréquemment par les rongeurs. A leur pullulation rapide il a fallu répondre par des moyens de défense de plus en plus perfectionnés.

Sans exclure d'excellents procédés de lutte qui ont fait leurs preuves, tels que le gaz et le poison, et qui peuvent du reste compléter efficacement la méthode biologique, il apparaît aujourd'hui que le virus est le moyen de destruction le plus simple à employer et le moins coûteux. Les travaux de Regnier et Pussard ont véritablement transformé la méthode des virus en permettant une fabrication intensive à partir d'un procédé de laboratoire qui ne semblait pas pouvoir dépasser le cadre d'un champ d'expériences.

La méthode des virus consiste, comme on le sait, à cultiver le microbe de la typhoïde des souris (*Bacillus typhi murium* de Löffler) dans un bouillon de culture approprié : bouillon de viande Martin, ou bouillon à l'extrait Liebig. Avec ce liquide on imprègne de l'avoine aplatie qui est destinée à être répandue dans les champs dévastés par les Campagnols.

L'avoine sert d'appât et de support à la culture microbienne; les campagnols, en mangeant cette nourriture, contractent la maladie et contaminent ceux qui n'ont pas mangé l'avoine. La mort survient au bout de huit à dix jours.

Au sujet de l'épandage de l'avoine dans les champs, il est une question sur laquelle les auteurs n'ont pas insisté et qui présente cependant un grand intérêt pratique.

Peut-il y avoir une action des radiations solaires sur la virulence des microbes ? Certains insuccès peuvent-ils provenir du fait que le virus, après avoir subi pendant quelques heures l'action du soleil, ne communique plus de maladie contagieuse aux rongeurs ?

Action de la lumière sur les microbes. — D'une façon générale, la lumière solaire agit défavorablement sur les cultures microbiennes. On recommande toujours de mettre les souches et les cultures à l'abri de la lumière.

Ce sont les radiations ultra-violettes qui agissent ainsi sur les microbes en affaiblissant ou tuant leur protoplasma par oxydation. L'action oxydante serait déterminée par la formation d'ozone (O^3).

La meilleure preuve qu'on puisse en donner est que les microbes ne meurent pas quand la lumière solaire les atteint dans le vide.

Naturellement, il ne faut pas oublier que les radiations ultra-violettes n'agissent pas de la même façon sur toutes les cultures microbiennes. Il y a des différences spécifiques importantes.

En ce qui concerne les cultures de *Bacillus typhi murium* ou virus Danysz, on a toujours recommandé, mais sans aucune précision, de le mettre à l'abri de la lumière. Et Danysz lui-même, dans ses premiers essais, en septembre 1893, ne semble pas avoir tenu compte de l'action de la lumière solaire après l'épandage de la nourriture virulente sur le terrain. Les auteurs qui ont travaillé les questions relatives au virus conseillent simplement de répandre le virus le soir quand la lumière est un peu atténuée.

Afin d'apporter plus de précision sur ce point, j'ai effectué des essais à la Station des Vertébrés de l'Institut des Recherches Agronomiques, à Versailles, et j'apporte dans cette note les résultats de ces recherches.

Pour faciliter l'exposition de ces résultats, j'ai divisé le sujet en deux parties :

I. Essais théoriques de l'influence des radiations ultra-violettes obtenues par une lampe à vapeur de mercure sur le développement des cultures de *Bacillus typhi murium* (virus Danysz).

II. Essais sur matériel vivant de la virulence des cultures de virus Danysz ayant subi l'action :

a) Des radiations ultra-violettes d'une lampe à vapeur de mercure ;

b) Des radiations ultra-violettes solaires.

I. *Influence des radiations ultra-violettes obtenues par une lampe à vapeur de mercure sur le développement des cultures de* Bacillus typhi murium (*virus Danysz*).

Avant d'effectuer les essais sur les animaux, j'ai cherché quelle pouvait être l'influence des radiations sur les cultures.

Les expériences ont été faites à l'aide d'une lampe à vapeur de mercure de la Verrerie Scientifique. Appareil n° 200 B, 120 volts, amp.: 2,5 (1).

Les cultures microbiennes étaient réalisées à partir de souches de l'Institut Pasteur. Ces cultures étaient faites sur gélose nutritive à base de bouillon Martin ou d'extrait de viande Liebig.

Le verre ordinaire étant imperméable aux rayons ultra-violets, il ne pouvait être question d'effectuer les cultures dans des boîtes de Petri ordinaires. Je me suis donc servi de petites boîtes en quartz transparent ayant 4 centimètres de diamètre (2).

Les boîtes contenant la gélose stérilisée, puis ensemencée de virus Danysz étaient placées sous la lampe à vapeur de mercure, de façon que le plan de la culture se trouve à une distance de 20 centimètres de la source des rayons. Cette distance a été rigoureusement respectée pour toutes les expériences.

Afin de ne pas avoir à tenir compte du facteur température, pendant l'émission des radiations, une capsule en quartz était placée sur la boîte en expérience. La légère élévation de température qui se produit toujours pendant le fonctionnement de l'appareil ne pouvait donc pas influencer le développement de la culture exposée, par rapport à la culture témoin.

Quatre séries d'expériences ont été réalisées :

A. Action des U-V sur le milieu de culture, avant ensemencement ;

B. Action des U-V aussitôt après ensemencement ;

C. Action des U-V après un premier étuvage ;

D. Action des U-V de la lumière solaire sur le milieu de culture.

Série A (tableau 1). — Après stérilisation, le milieu de culture est soumis à l'action des radiations U-V, pendant un temps plus ou moins long (de 10 à 20 minutes). Après cette irradiation a lieu l'ensemencement dans

(1) Cet appareil a été très obligeamment prêté à la Station des Vertébrés par M. Burgevin, directeur de la Station Centrale de Chimie et de Biologie des Sols, et mis au point par M. Cl. Fromageot, chef des travaux de chimie physique. Je tiens à les remercier tous les deux pour cette collaboration précieuse et si cordiale, grâce à laquelle le travail est facilité au Centre de Recherches de Versailles.

(2) L'achat de ce matériel très coûteux a été réalisé grâce à la généreuse subvention de l'Office agricole régional de l'Est.

les boîtes exposées et dans des boîtes témoins. Puis étuvage identique pour les deux séries de boîtes.

Tableau 1

DATES	NUMÉROS DES CULTURES	TEMPS D'IRRADIATION	DURÉE D'ÉTUVAGE	RÉSULTATS OBTENUS
		EN MINUTES	EN HEURES	
5 juin.....	A 1	10	18	1 et 2 sont plus développés
	2	10	18	que 3 et 4 (voir fig. 1).
	3	Témoin	18	
	4	Témoin	18	
8 juin.....	5	15	15	5, 6, 7 sont sensiblement plus
	6	15	15	développés que 8, 9, 10.
	7	15	15	
	8	Témoin	15	
	9	Témoin	15	
	10	Témoin	15	
12 juin.....	11	20	17	11, 12, 13 sont plus déve-
	12	20	17	loppés que 14, 15, 16.
	13	20	17	
	14	Témoin	17	
	15	Témoin	17	
	16	Témoin	17	
30 juin.....	17	10	15	17 et 18 sont plus développés
	18	10	15	que 3 et 4 (voir fig. 1).
	19	Témoin	15	
	20	Témoin	15	

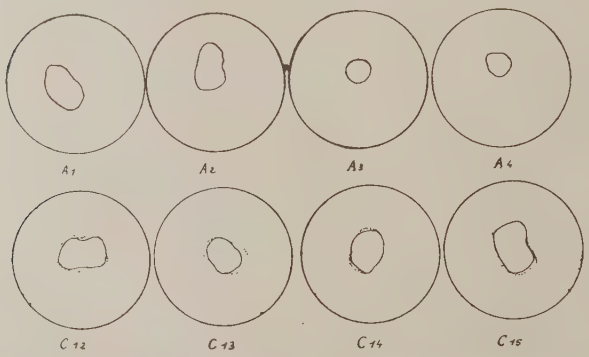


Fig. 1. — Développement comparé des cultures de *Bacillus typhi murium*. — Série A. (*Voir Tableau* 1) : Avant ensemencement. — Série C. (*Tableau* 3) : Après premier étuvage. — A 3, A 4, C 14, C 15, sont des cultures témoin. Le pointillé, dans les figures de la Série C., indique le développement après le 2e étuvage.

Résultats. — On constate que les cultures faites sur le milieu qui a été exposé au préalable aux rayons U-V (cultures 1, 2, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 17, 18) sont plus développées (surface de développement plus étendue) que les cultures témoins (3, 4, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 19, 20).

Série B (tableau 2). — Cette fois les boîtes de cultures, stérilisées, sont toutes ensemencées de virus Danysz. La goutte des cultures souche est identiquement calibrée pour toutes les boîtes.

Tableau 2

DATES	NUMÉROS DES CULTURES	TEMPS D'IRRADIATION	DURÉE D'ÉTUVAGE	RÉSULTATS OBTENUS
		EN MINUTES	EN HEURES	
3 juillet....	B 1	15	40	Aucun développement dans 1, 2, 3. Développement normal dans les boîtes témoins.
	2	15	40	
	3	15	40	
	4	Témoin	40	
	5	Témoin	40	
	6	Témoin	40	
7 juillet....	7	7	40	Aucun développement dans 7, 8, 9. Développement normal chez les témoins.
	8	7	40	
	9	7	40	
	10	Témoin	40	
	11	Témoin	40	
	12	Témoin	40	
11 juillet....	13	3	40	Aucun développement pour 13, 14, 15. Développement normal chez les témoins.
	14	3	40	
	15	3	40	
	16	Témoin	40	
	17	Témoin	40	
	18	Témoin	40	
9 août.....	19	30″	40	19 est bien développé.
	20	1	40	20 très faiblement.
	21	2	40	21 à peine visible.
	22	5	40	22 pas développé du tout. (Voir fig. 1 et 2 de la planche.)

Les boîtes B 1, 2, 3, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 22 sont soumises à l'action des radiations U-V pendant des temps variables, puis mises en étuve pendant le même temps que les boîtes B 4, 5, 6, 10, 11, 12, 16, 17, 18, qui servent de témoins.

Résultats. — On constate que les radiations U-V tuent la goutte de culture pour toute exposition supérieure à 1 minute.

Une culture exposée 30 secondes ne paraît pas souffrir, du moins en ce qui concerne son développement.

Série C (tableau 3). — Avant d'être exposées aux radiations ultra-violettes, les boîtes de culture ont été ensemencées et ont subi un premier étuvage de quinze à dix-huit heures. L'expérience a pour but de voir si les cultures 1, 2, 3, 6, 7, 8, 12, 13, 16, 17 ne seront pas arrêtées dans leur développement par une exposition aux U-V, par rapport aux cultures 4, 5, 9, 10, 11, 14, 15, 18, 19, non exposées aux U-V.

Tableau 3

DATES	N^{os} DES CULTURES	1er ÉTUVAGE	TEMPS D'IRRADIATION	2^{e} ÉTUVAGE	RÉSULTATS OBTENUS
		EN HEURES	EN MINUTES	EN HEURES	
16 juillet.	C 1	18	15	45	Toutes les cultures ont continué leur développement d'une façon égale.
	2	18	15	45	
	3	18	15	45	
	4	18	Témoin	45	
	5	18	Témoin	45	
23 juillet.	6	19	20	42	6 7 et 8 sont plus développées que 9, 10 et 11 après le deuxième étuvage.
	7	19	20	42	
	8	19	20	42	
	9	19	Témoin	42	
	10	19	Témoin	42	
	11	19	Témoin	42	
28 juillet.	12	17	10	45	12 et 13 sont plus développées que 14 et 15 après le deuxième étuvage (voir fig. 1).
	13	17	10	45	
	14	17	Témoin	45	
	15	17	Témoin	45	
	16	15	10	24	Les quatre cultures se sont développées d'une façon à peu près égale.
	17	15	10	24	
	18	15	Témoin	24	
	19	15	Témoin	24	

Résultats. — Le fait d'exposer à l'action des radiations ultra-violettes des cultures de *Bacillus typhi murium* qui ont subi un commencement de développement ne retarde pas ce développement, qui se poursuit d'une façon normale par une reprise de l'étuvage. Bien plus, dans certains cas, j'ai constaté que les cultures qui avaient été exposées se développaient d'une façon plus active que les cultures témoins.

Série D (tableau 4). — Exposition des cultures de virus aux radiations solaires.

Les boîtes de quartz ont été placées à deux reprises, les 6 août et 9 août, au milieu d'un champ exposé au soleil.

On peut se rendre compte de l'intensité des rayons solaires par le fait suivant :

Le 6 août, pendant le temps d'exposition (15 minutes), de 11 heures à 11 heures 15, soit à 10 heures, heure solaire, l'actinomètre totalisateur Bellani, de la Station de Météorologie du Centre, a distillé de 1,3 à 1,7 d'alcool.

Même intensité le 9 août.

Tableau 4

DATES	N^os DES CULTURES	1^er ÉTUVAGE	TEMPS D'IRRADIATION	2^e ÉTUVAGE	RÉSULTATS OBTENUS
		EN HEURES	EN MINUTES	EN HEURES	
6 août...	D 1		15	42	1, 2, 3, beaucoup plus développés que 4, 5, 6. (Voir le développement comparé de 1, 2—4 et 5 sur les fig. 3, 4, 5, 6 de la planche.)
	2		15	42	
	3		15	42	
	4		Témoin	42	
	5		Témoin	42	
	6		Témoin	42	
9 août...	D 7	18	10	42	7, 8, 9 plus développés que 10, 11, 12.
	8	18	10	42	
	9	18	10	42	
	10	18	Témoin	42	
	11	18	Témoin	42	
	12	18	Témoin	42	

Résultats. — 1. D-1, D-2, D-3 exposés au soleil sont beaucoup plus développés que les boîtes témoins D-4, D-5, D-6.

2. Même résultat que précédemment. Les cultures ayant subi un premier étuvage, puis soumises à l'action des radiations solaires, sont plus développées après le second étuvage.

C'est notamment ce qui se produit lorsque ce sont les radiations ultra-violettes du soleil qui agissent. Ces radiations, nous le savons, sont moins fortes que celles de la lampe à vapeur de mercure.

Les radiations ultra-violettes sont surtout bactéricides au-dessous de 2.800 Angstroms : la limite des UV solaires arrivant à la surface du globe étant de 2.950, leur pouvoir abiotique est moindre que celui des U-V de la lampe. (Raphaël Dubois.)

Ce qui est intéressant c'est de voir que les radiations faibles peuvent favoriser le développement du microbe. Je montrerai qu'on peut tirer de ce fait des conséquences pratiques pour l'épandage du virus dans les champs.

Résultats obtenus dans la première partie de ce travail

On peut ainsi résumer les résultats obtenus dans les trois séries d'expériences que je viens d'exposer :

Les radiations ultra-violettes obtenues à l'aide d'une lampe de mercure, dont la source se trouvait placée à 20 centimètres des cultures à étudier, tuent le *Bacillus typhi murium* en peu de temps (1 minute environ) lorsque celui-ci vient d'être ensemencé et se trouve à l'état de culture liquide.

Au contraire, si le *Bacillus typhi murium* a commencé son développement sur de la gélose nutritive, les radiations ultra-violettes ne retardent pas son développement ; elles peuvent même le favoriser.

Avant de passer à la deuxième partie de ce travail, il me reste un mot à dire sur la technique employée pour vérifier le développement de la surface des cultures microbiennes et pour comparer la surface de la culture avant et après étuvage dans les cultures exposées aux U-V et les cultures témoins. Le dessin par transparence, dans les boîtes en quartz, ne pouvait donner qu'un résultat très approché et insuffisant : J'ai eu recours à la formation d'images sur papier photographique par noircissement direct. Les boîtes de quartz contenant les cultures dont je voulais obtenir le dessin étaient placées sur une feuille de papier photographique au bromure d'argent, de préférence papier contraste.

Après exposition pendant quelques secondes à la lumière électrique la feuille de papier était développée dans un révélateur ordinaire. Bien que le quartz, tout en étant transparent, ait une surface irrégulière, la culture apparaît très nettement. Sa surface se détache en blanc sur le fond grisaille de la boîte et son contour est très régulier. (Voir. fig. 3 à 6, planche I). Naturellement ce procédé n'est applicable que pour connaître le tracé ou le contour d'une culture ; il ne saurait être question de s'en servir pour étudier l'aspect des colonies : c'est une silhouette, un calque, qui peut cependant rendre service dans bien des cas et se substituer à la photographie.

Pour comparer le développement des cultures il suffit alors de calquer le contour de la surface microbienne, ainsi que je l'ai fait pour la figure qui représente le développement des cultures A et C.

Il est facile d'employer la même méthode pour les cultures faites dans des tubes à essais.

II. — *Essai sur matériel vivant de la virulence des cultures de virus Danysz ayant subi l'action des radiations ultra-violettes.*

Ces essais ont été effectués sur des Souris des champs variété fauve (*Mus hortulanus*, Nordman), les Campagnols faisant défaut à l'époque où ont été commencées ces expériences. Il y a un avantage à travailler avec ce matériel : il est plus résistant aux maladies que le Campagnol, ce qui rend le résultat des expériences moins contestable.

Pour être assuré d'obtenir un virus « valable » pour cette variété il suffit d'opérer par injection, avec une souche de B. T. M. pour Campagnols. Un seul passage permet d'avoir une culture très virulente par ingestion.

Les animaux en observation ont été conservés en laboratoire dans des bocaux placés dans les conditions suivantes :

Les Souris sont isolées et placées chacune dans un bocal de 21 centimètre de hauteur et de 10 centimètres de diamètre. Le bocal est couché et fermé par un treillis métallique maintenu autour du goulot par un fil de fer. C'est un procédé très simple et qui présente pourtant un très gros intérêt : il évite l'asphyxie qui se produit toujours lorsque des Souris sont placées au fond de bocaux tenus verticalement. Enfin, les bocaux de verre présentent un autre avantage : ils peuvent être stérilisés plus facilement que tous autres récipients.

La nourriture habituelle de ces animaux se composait de blé et le virus leur était distribué sous forme d'avoine aplatie imprégnée de culture microbienne.

Les expériences résumées dans les tableaux ci-après ont toujours été effectuées en prenant un nombre égal de Souris en expériences et de Souris témoins.

TABLEAU 5. — Série A. — 10 Souris reçoivent de l'avoine imprégnée de virus. Ce virus, avant d'être mélangé à l'avoine a subi pendant 15 minutes l'action des radiations ultra-violettes de la lampe à vapeur de mercure. L'exposition du bouillon de culture se fait dans les mêmes conditions que pour les boîtes de gélose : le liquide est placé à 20 centimètres de la source des radiations.

En même temps que les précédentes, 10 autres Souris reçoivent de l'avoine imprégnée de virus non irradié (Série B).

Tableau 5

NUMÉROS DES SOURIS	SEXE	TEMPS D'IRRADIATION DU VIRUS AUX U. V.	DATE DE L'INOCULATION	DATE DE LA MORT
		EN MINUTES		
A 1	♂	15	11 juin	22 juin
2	♂	»	»	
3	♀	»	»	
4	♀	»	»	20 »
5	♂	»	»	
6	♂	»	»	18 »
7	♀	»	»	
8	♂	»	»	22 »
9	♂	»	»	20 »
10	♀	»	»	20 »
B 11	♀		11 juin	17 »
12	♀		»	19 »
13	♂		»	18 »
14	♀		»	22 »
15	♂		»	20 »
16	♂		»	
17	♀		»	24
18	♂		»	19 »
19	♀		»	24 »
20	♂		»	

Résultats. — Série A : mortalité 6 sur 10. Série B : 8 sur 10.

L'évolution de la maladie, dans les deux cas, semble la même. Il faut considérer, d'autre part, en ce qui concerne la durée d'incubation, qu'un certain nombre de facteurs peuvent jouer : sexe, âge de l'animal, par exemple.

Dans cette première expérience, les radiations ultra-violettes de la lampe semblent avoir atténué la virulence du microbe.

TABLEAU 6. — 24 Souris sont inoculées : 12 d'entre elles reçoivent du virus ordinaire (Série A).

Pour les 12 autres le virus, avant d'être mélangé à l'avoine, a été soumis à l'action des rayons solaires pendant une demi-heure, le 2 août, par forte insolation (Série B).

Tableau 6

NUMÉROS DES SOURIS	SEXE	TEMPS D'IRRADIATION DU VIRUS AUX U. V.	DATE DE L'INOCULATION	DATE DE LA MORT
		EN MINUTES		
A 1	♂	30	2 août	10 août
2	♂	»	»	
3	♀	»	»	5 »
4	♀	»	»	11 »
5	♂	»	»	11 »
6	♀	»	»	13 »
7	♀	»	»	17 »
8	♀	»	»	11 »
9	♂	»	»	4 »
10	♂	»	»	3 »
11	♂	»	»	
12	♂	»	»	
B 13	♂		2 août	
14	♀		»	17 août
15	♂		»	13 »
16	♀		»	7 »
17	♂		»	13 »
18	♂		»	16 »
19	♂		»	10 »
20	♀		»	13 »
21	♂		»	8 »
22	♀		»	11 »
23	♂		»	
24	♀		»	17 »

Résultats. — Série A : 10 Souris mortes sur 12. Série B : 9 sur 12.

Cette fois les radiations solaires ne semblent pas avoir beaucoup atténué la virulence du microbe : les chiffres montrent même que les animaux de la Série B (virus irradié) meurent plus rapidement que ceux de la Série A.

DEUXIEME PARTIE

Influence de la dessication sur la même bactérie

En faisant ces dernières expériences, j'avais laissé dans une petite coupe en quartz quelques grains d'avoine aplatie et imprégnée de virus au soleil ; la quantité de liquide qui mouillait le grain étant très faible, je m'aperçus, au moment de retirer la coupelle, que le grain était sec.

Je le distribuai alors à 6 Souris isolées, mais sans aucun résultat. Les animaux n'accusèrent aucun symptôme de maladie.

En présence de ces faits je me suis alors demandé si la dessication du bouillon de culture sur le grain n'était pas plus à craindre que l'action des radiations ultra-violettes solaires ; ces dernières, dans toutes mes expériences, n'ayant pas paru avoir une action aussi destructrice qu'on pouvait le penser tout d'abord. On sait, en effet, depuis fort longtemps que la dessication possède une influence néfaste sur la vitalité des microbes en enlevant l'eau qui entre dans leur constitution (Dopter et Sacquépée).

Cette influence est surtout décisive chez des bactéries qui ne produisent pas de spores. C'est le cas du *Bacillus typhi murium*, qui ne peut alors résister aux conditions défavorables : il semble même être tout particulièrement sensible à la dessication ; une expérience très simple m'a permis de mettre ce fait en évidence.

Si on ensemence le *Bacillus typhi murium* sur une couche de gélose peu épaisse dans un tube à essais, la simple dessication qui se produit sous l'influence de la chaleur de l'étuve (38° optimum) suffit pour tuer le microbe. Si on redonne de l'eau à cette gélose séchée, la culture est devenue absolument stérile.

Une série d'expériences sur les animaux m'a montré qu'il fallait tenir compte de ce facteur important :

TABLEAU 7. — Trois lots de 9 Souris chacun reçoivent de l'avoine imprégnée de virus.

Le premier lot (Série A) reçoit du virus normal, non exposé aux radiations ultra-violettes.

Le deuxième lot (Série B) reçoit de l'avoine imprégnée de virus ayant subi l'action des radiations solaires pendant quatres heures (de 11 heures à 15 heures) par ciel sans nuages. L'avoine imprégnée de la culture microbienne était placée dans un récipient en quartz complètement clos, de façon à éviter l'évaporation.

Le troisième lot (Série C) reçoit de l'avoine imprégnée de virus de la même façon que le lot B, mais cette fois le récipient en quartz qui contient la culture est ouvert. Ce récipient est laissé au soleil pendant le même temps que le précédent, mais à 15 heures tout le liquide s'est évaporé et le grain est sec. L'avoine ainsi séchée est distribuée aux animaux de la série C.

Tableau 7

NUMÉROS DES SOURIS	SEXE	TEMPS D'IRRADIATION DU VIRUS AUX U. V.	DATE DE L'INOCULATION	DATE DE LA MORT
		EN HEURES		
A 1	♂		22 septembre	30 septembre
2	♀		»	1 octobre
3	♀		»	2 »
4	♂		»	3 »
5	♂		»	
6	♂		»	6 »
B 7	♀	4	»	4 octobre
8	♂	»	»	6 »
9	♂	»	»	2 »
10	♀	»	»	1 »
11	♀	»	»	
12	♂	4	»	
C 13	♀	»	»	
14	♂	»	»	
15	♂	»	»	
16	♂	»	»	
17	♀	»	»	
18	♂	»	»	

Résultats. — Les radiations ultra-violettes solaires n'ont pas atténué la virulence du *Bacillus typhi murium ;* le nombre de Souris mortes après ingestion de l'avoine est sensiblement égal dans les deux cas : Série A et Série B (non exposé et exposé).

Quant aux Souris qui ont mangé l'avoine séchée elles ne présentent aucun symptôme de la maladie et continuent encore à vivre à l'heure atuelle.

Résultats généraux

Les différentes constatations faites au cours de ce travail peuvent se résumer ainsi :

1. Les radiations ultra-violettes produites par une lampe à vapeur de mercure dont la source est placée à une distance de 20 centimètres d'un bouillon de culture de *Bacillus typhi murium*, détruit ce microbe en quelques minutes.

2. Le même microbe, à l'état de culture sur gélose ne semble pas souffrir du fait d'une assez longue exposition aux mêmes radiations. Ces radiations peuvent même favoriser le développement de la culture.

3. Les radiations ultra-violettes solaires sont pratiquement sans effet sur les cultures de *Bacillus typhi murium*.

4. Les radiations ultra-violettes de la lampe à vapeur de mercure atténuent légèrement la virulence du *Bacillus typhi murium* qui imprègne l'avoine aplatie distribuée aux animaux.

5. Les radiations ultra-violettes solaires sont sans action, dans le même cas que précédemment.

6. Ce ne sont pas les radiations ultra-violettes du soleil qui sont à craindre quand on fait l'épandage de l'avoine imprégnée de virus dans les champs, mais bien plus le fait de la dessication du bouillon de culture sur le grain d'avoine.

La conclusion de cette courte étude semble assez inattendue : entreprise dans le but de rechercher l'action des radiations ultra-violettes du soleil sur le virus, elle aboutit à la découverte de l'importance d'un autre facteur.

Ce résultat prouve, en tous les cas, que rien ne doit être négligé lorsqu'il s'agit d'une méthode biologique aussi délicate que celle de la destruction des rongeurs par le microbe d'une de leurs maladies. Si dans certains cas cette destruction n'a pas paru donner tous les résultats attendus, il est toujours facile d'incriminer une insuffisance de la méthode ou d'accuser des facteurs dont l'action est assez imprécise. Il importe avant tout de prendre toutes les précautions utiles.

Ce travail effectué sur des animaux plus résistants que les Campagnols me semble offrir assez de garanties pour qu'on puisse en tirer un enseignement pratique.

Si la fabrication, l'ensemencement et l'étuvage du *Bacillus typhi murium* sont des phases délicates que seuls les laboratoires organisés peuvent entreprendre, il ne faut pas croire que la dernière partie de l'opération : mélange du virus à l'avoine aplatie et épandage sur le terrain, puisse être effectuée à la légère.

Les personnes chargées de ce travail doivent prendre soin que l'avoine aplatie soit *imbibée* et non seulement arrosée par le bouillon de culture. Il serait même désirable que le grain ait le temps de gonfler légèrement sous l'influence du liquide de façon que, porté sur le terrain, il puisse conserver sa culture microbienne intacte.

C'est le seul moyen d'assurer une destruction sûre et rapide des rongeurs, qui ont du reste une préférence marquée pour une alimentation humide.

En prenant ces quelques précautions, la méthode de destruction des Campagnols par les virus ne peut que gagner dans ses résultats et s'affirmer

P. RODE : *Sur le Bacillus typhi-murium.*

de plus en plus comme une des meilleures qui soit pour débarrasser l'agriculture de ses parasites.

BIBLIOGRAPHIE

1. — Blin. La lutte contre les Campagnols. (*La Nature*, n° 2612. 1924.)
2. — Burnet. Microbes et toxines. (Bibliothèque de philosophie scientifique. Flammarion. Paris, 1926.)
3. — Calmette, Nègre et Bocquet. Manuel technique de microbiologie et de sérologie. (Masson. Paris, 1926.)
4. — Danysz. Note sur l'emploi des cultures artificielles de microbes pathogènes pour détruire les rongeurs (Campagnols et Mulots) présentée par M. Deherain. (*Bull. Séances de la Soc. Nat. Agric. de France.* Tome LIII, n° 10. 1893.)
5. — — Destruction des animaux nuisibles à l'agriculture. (*Ann. de la Soc. Agronomique.* T. I, 3e *fasc.* 1893.)
6. — Dopter et Sacqépée. Bactériorogie. (Baillière et fils. Paris, 1926.)
7. — Lacassagne (A.). Actioń des rayons K de l'aluminium sur quelques microbes. (*C. R. Ac. Sc.* 7 mai 1928.)
8. — Phisalix (M.) et Pasteur (F.). Les Rayons ultra-violets détruisent le pouvoir rabicide du venin de la vipère aspic. (*C. R. Ac. Sc.*, 2 avril 1928.)
9. — Régnier et Pussard. Détermination de l'époque favorable au traitement dans la lutte contre les Campagnols par le virus Danysz. (*C. R. Séances Ac. Agr. de France.* 21 juillet 1926.)
10. — — Le Campagnol des champs et sa destruction. (*Ann. Epiph.*, n° 6. 1926.)
11. — Rennes. Immunité, Immunisation. (Paris, Le François. 1923.)
12. — Risler, Philibert et Courtier. Action photobiologique des rayonnements. (*C. R. Ac. Sc.* 23 avril 1928.)
13. — Sagnier, Bouvier, Dr Roux, Chauveau. Destruction des Campagnols. (*Bull. Séances Soc. Nat. Agric.*, n° 5. 1905.)

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1 et 2. — (*En haut*). — Cultures B 21 et B 22, après irradiation aux UV de 1' et 2'.

Fig. 3 et 4. — (*Au milieu*). — Cultures D 1 et D 2. Irradiation aux UV après 1er étuvage.

Fig. 5 et 6. — (*En bas*). — Cultures D 4 et D 5. Témoins à comparer avec D 1 et D 2.

OBSERVATIONS SUR LES MODIFICATIONS PATHOLOGIQUES DE LA FORME DES VACUOLES DES CELLULES VÉGÉTALES

par J. DUFRENOY

Chef des travaux à la Station Centrale de Pathologie Végétale

Introduction

Le cytoplasme doit être considéré comme une combinaison de protéides et de lipides, à l'état colloïdal d'hydrogel.

Les micelles qui constituent cet hydrogel ont naturellement les unes pour les autres une attraction mutuelle, mais elles ont aussi pour l'eau une très grande affinité : elles absorbent l'eau du milieu extérieur jusqu'à ce que leur affinité pour l'eau devienne égale à leur attraction les unes pour les autres : lorsque cet équilibre est atteint, qui correspond au maximum de gonflement des colloïdes cytoplasmiques, l'eau cesse d'être empruntée au milieu extérieur, ou bien l'eau absorbée est à mesure déversée dans des vacuoles intracytoplasmiques.

La formation de vacuoles dans le cytoplasme peut être considérée comme le résultat d'un phénomène de synérèse succédant au phénomène du gonflement des colloïdes cytoplasmiques ; ce phénomène de gonflement, ou d'hydratation, est la manifestation d'une exagération de la *solubilité de l'eau dans les protéides* (Fischer) ; *la* synérèse résulte de l'abaissement de cette solubilité.

Les observations vitales de Guilliermond et de ses élèves ont montré que, dans la cellule normale, des échanges reversibles entre cytoplasme et contenu vacuolaire provoquent des modifications reversibles de la forme des vacuoles; elles ont confirmé la possibilité de plasmolyser la cellule par l'action de solutions hypertoniques, réduisant considérablement le volume des vacuoles, et la possibilité d'exagérer au contraire la turgescence des cellules par l'action de solutions hypotoniques.

Exception faite de ces modifications provoquées dans les vacuoles par des modifications plus ou moins brutales de l'équilibre osmotique, les variations de volume des vacuoles sont des phénomènes passifs résultant des modification métaboliques du cytoplasme.

Les modifications de forme les plus remarquables et les plus rapides

devront donc s'observer dans les cellules qui manifestent une plus grande activité physiologique, dans les cellules glandulaires, dans celles des tissus moteurs (Mangenot), dans les cellules des assises génératrices normales ou de celles qui peuvent se former dans un tissu, à la marge de la région infectée par un parasite.

Toute excitation mécanique, toute modification brusque des conditions de milieu (variation de l'éclairement, de la température), toute modification surtout de la concentration du milieu en ions ou en principes solubles, devront provoquer dans les cellules intéressées des modifications de forme de l'appareil vacuolaire.

La vacuolisation de la cellule sous l'influence du gel a été bien étudiée par Molliard.

Nous-mêmes, récemment, avons repris l'étude expérimentale de l'effet du gel sur les cellules.

En colorant vitalement par le rouge neutre des cellules d'épiderme d'orange refroidies pendant des temps variables au moyen d'un jet de neige carbonique, nous avons pu nous assurer qu'un refroidissement insuffisant pour tuer la cellule a pour effet de provoquer le morcellement de la vacuole primitivement unique.

La fragmentation de l'appareil vacuolaire provoquée par la plasmolyse expérimentale a été étudiée par Guilliermond et il nous suffit de renvoyer à ses publications. Les aspects morphologiques obtenus par la plasmolyse expérimentale rappellent étrangement les aspects pathologiques que montrent les cellules parasitées; en effet, ce sont surtout des modifications des vacuoles que révèle l'étude cytologique des cellules des tissus envahis ou menacés d'infection par des champignons parasites ou celle des cellules affectées par les maladies à virus.

D'ailleurs, dans les cas favorables où les phases successives de l'infection cellulaire peuvent être étudiées vitalement, nous avons pu constater que les modifications morphologiques de l'appareil vacuolaire se manifestent plus nettement au moment où la cellule manifeste des phénomènes de plasmolyse.

De nombreux auteurs ont signalé la perte de turgescence de cellules menacées par l'infection, et ont fait jouer à ce phénomène un rôle important. Mais, à notre connaissance, la plasmolyse provoquée par des parasites n'avait jamais fait l'objet d'études cytologiques, mettant en œuvre les colorations vitales ou les techniques mitochondriales.

L'étude des modifications pathologiques des cellules infectées exige cependant, plus encore que l'étude de la cellule normale, le contrôle de l'observation vitale.

Au cours des recherches dont nous allons exposer les résultats, nous

nous sommes imposé d'étudier d'abord les phénomènes dans les cellules vivantes, en colorant les vacuoles par le rouge neutre, en solution sucrée isotonique pour les cellules normales.

Des fixations effectuées par le liquide de Regaud (Bichromate de potasse 3 % 4 parties, Formol neutre 1 partie) ou par le mélange de Bichromate de potasse 1% 40 cc., Acide chromique 1 % 40 cc., Formol 5 cc., ou enfin par le liquide de Meves (Acide osmique 2 % 5 cc., Acide chromique 1 % 15 cc.) nous ont permis de conserver les aspects du vacuome, et d'obtenir après fixation des images superposables aux images obtenues par coloration vitale.

Nous rapporterons successivement les résultats obtenus par l'étude :

1° de macules foliaires, c'est-à-dire de ces lésions si communes sur les feuilles, et montrant une tache de tissu tué, entouré d'une marge de tissus réactionnels;

2° de lésions affectant des tissus méristématiques du cambium ;

3° d'affections de tissus méristématiques de bourgeons;

4° de réactions hypertrophiques de racines

I. — Macules foliaires

Comme exemple de macule foliaire nous prendrons les lésions causées par le *Colletotrichum gloeosporioides* sur les feuilles de *Citrus* ou des plantes de genres voisins.

Ce champignon ubiquiste et polyphage semble exister dans toutes les régions où existent des *Citrus;* il forme ses conidies sur les tissus morts ou desséchés et, à la faveur de conditions défavorables pour les arbres, il est capable d'infecter les tissus verts pour y provoquer des lésions d'anthracnose. Nous avons observé des dégâts d'anthracnose sur Cédratiers en Corse et en Floride, à la suite de gelées.

Au cour de notre séjour au U.S. Citrus Disease Laboratory d'Orlando, nous avons pu observer le *C. gloeosporioides* sur divers *Citrus* du verger expérimental, sur *Glycosmis.*

Une conidie de *C. gloeosporioides*, tombant sur un organe vert, forme un filament germinatif, qui, se développant d'abord aux dépens des réserves de la spore, pénètre des cellules de l'hôte avant qu'aucune modification biochimique importante ne se soit manifestée dans les cellules infectées.

Bientôt cependant, l'infection, par le champignon, d'un certain territoire cellulaire, provoque dans les cellules voisines, non encore infectées, des modifications biochimiques et cytologiques; les cellules menacées par l'infection se modifient alors de telle sorte que l'extension du mycélium s'arrête.

La fig. 1, représentant une portion d'épiderme de *Glycosmis penta-*

phylla, détachée de la feuille et colorée vitalement dans une solution de rouge neutre à 9 % de sucre et étalée à plat, montre que les premiers symptômes de l'infection d'une feuille par le champignon capable de provoquer une lésion en macule, se manifestent par une plasmolyse des cellules épidermiques, et surtout des cellules sous-épidermiques.

Le dessin représente la limite d'une tache d'anthracnose, causée par le *Colletotrichum gloeosporioides* : les cellules tuées par les filaments (my) du champignon ne montrent pas de vacuoles colorables. Les cellules encore saines de gauche montrent chacune une grosse vacuole colorable par le rouge neutre (en noir).

Certaines cellules pénétrées par les filaments (my) sont encore vivantes et montrent leur vacuole rétractée devant l'avance du filament.

Les cellules voisines des cellules infectées, mais non encore pénétrées, montrent une fragmentation de leur appareil vacuolaire en un grand nombre de petites vacuoles arrondies (v).

Ces phénomènes mettent nettement en évidence l'aptitude du *Colletotrichum* non seulement à pénétrer des cellules vivantes, mais encore à provoquer à distance, dans les cellules non infectées, des phénomènes pathologiques (Station d'Orlando, Janvier 1928).

Dans des cellules menacées par l'infection et surtout dans des cellules que pénètre un filament mycélien, le système vacuolaire se fragmente en un grand nombre de petites vacuoles; cette fragmentation de l'appareil vacuolaire semble correspondre à une exagération des processus protéolytiques; ces cellules infectées, après plasmolyse, meurent sans avoir manifesté des modifications préalables de leur activité biochimique.

Au cours d'une deuxième phase, qui aboutit à la cicatrisation de la lésion, les cellules encore saines, situées à la périphérie de l'îlot des cellules infectées, manifestent les modifications suivantes de leur métabolisme :

1° Hypertrophie du noyau et éventuellement division amitotique ou division mitotique du noyau;

2° Fragmentation de l'appareil vacuolaire, en un grand nombre de petites vacuoles, souvent filamenteuses;

3° Développement excessif des vacuoles à contenu phénolique.

Les coupes effectuées parallèlement à l'épiderme montrent donc, autour de l'îlot des cellule tuées, une assise circulaire de cellules à grosse vacuole entourée d'une mince couche cytoplasmique. Cette assise correspond, chez les plantes qui développent de l'anthocyane, à l'anneau rouge qui entoure souvent les taches foliaires, mais, alors même qu'elles ne forment pas d'anthocyane, les vacuoles de cette assise accumulent des composés phénoliques incolores.

A la périphérie de cette assise, on observe quelques assises de cellules à gros noyau, et emplies d'un cytoplasme dense, que creuse un réseau de petites vacuoles : les mitochondries y sont abondantes; les plastes peuvent montrer une dégénérescence graisseuse.

Nous avons observé des phénomènes de même ordre dans les feuilles de manguier (*Mangifera indica*) infectées par le *C. Gloeosporioïdes* dans le sud de la Floride.

Fig. 1. — Anthracnose de *Glycosmis pentaphylla;* les vacuoles colorables vitalement en rouge par le rouge neutre sont figurées en noir.

La fig. 2 représente une coupe effectuée parallèlement à l'épiderme, à travers les cellules du parenchyme de feuille (*Mangifera indica*) à la limite d'une tache d'anthracnose causée par le *Colletotrichum gloeosporioïdes*. La fixation des tissus dans le mélange d'acide osmique et d'acide chromique a précipité le contenu des vacuoles sous forme de grains tanniques noirs (*t*) laissant vide le reste de l'espace vacuolaire.

Dans les chloroplastes, l'acide osmique met en évidence de nombreuses gouttelettes graisseuses (*f*).

Dans les cellules encore vivantes, le cytoplasme (représenté en grisé) contient des mitochondries courtes (*m*) et un noyau colorable en rouge par la fuchsine acide.

Note. — Dans toutes les légendes des figures, on a employé comme lettres communes : *n*, noyau ; *m*, mitochondrie ; *a*, amyloplaste ; *p*, plastide ; *v.p.* précipité vacuolaire ; *v*, vacuole ; *t*. composé phénolique intravacuolaire ; *h*, hyphe de champignon parasite ; *b*, bactérie.

Le centre de la tache d'anthracnose étant à droite de la figure, on voit que des cellules non encore pénétrées par le parasite ont accumulé une grosse quantité de composés tanniques; la cellule de gauche, encore bien vivante, montre un début de dégénérescence graisseuse des chloroplastes (*f*) et un début d'accumulation de composés tanniques (*t*).

Fig. 2. — Anthracnose de *Mangifera indica;* les précipité formés dans les vacuoles par l'action de l'acide osmique sont figurés en noir.

Nous avons décrit les mêmes phénomènes dans les feuilles de *Magnolia glauca* infectées par un *Phomopsis* dans les hammocks de Floride (fig. 3).

Les feuilles épaisses de *Citrus*, de Manguier, de *Magnolia*, se prêtent particulièrement bien à l'observation des phénomènes cytologiques par la coloration vitale de coupes faites à la main, parallèlement à la surface épidermique, ou par fixation mitochondriale de fragments de tissus parasités.

Les résultats de ces observations permettent de comprendre les phéno-

mènes semblables qui se manifestent dans des tissus plus difficiles à étudier, tels que ceux des feuilles de maïs, et que nous étudierons au § 2.

Dans les macules foliaires dues au *C. gloeosporioïdes*, les fructifications du parasite se différencient aux dépens des parties âgées du mycélium, au sein des tissus tués ; dans les taches que cause le *Puccinia Sorghi* sur les feuilles de maïs résistant, c'est encore dans les cellules nécrosées que se forment les spores de la rouille (20). Dans ces taches, comme dans les macules, la localisation du territoire parasité et la fructification du parasite ne s'observent qu'après une première phase d'extension rapide du mycélium.

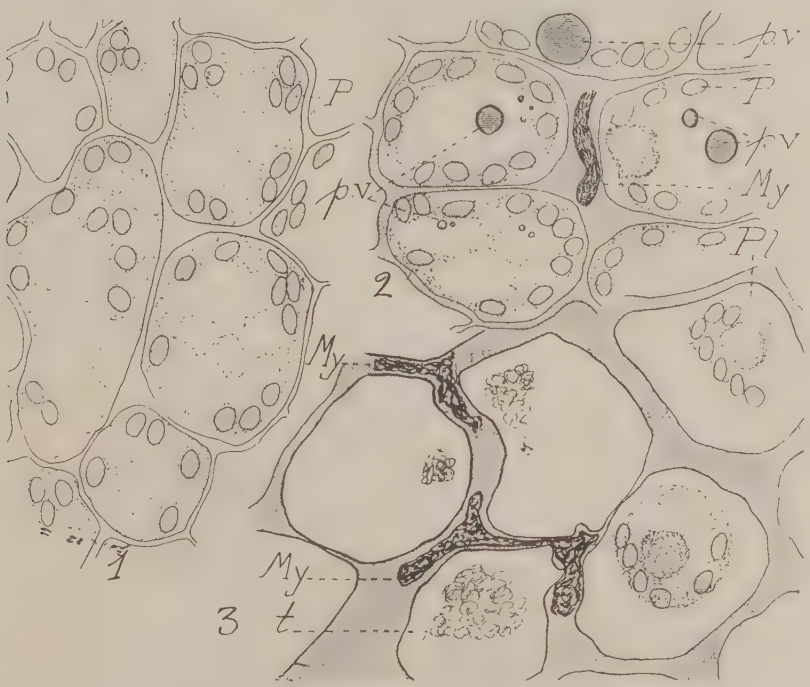


Fig. 3. — Cellules sous-épidermiques de feuille de *Magnolia glauca*, coloration vitale par le rouge neutre : 1. Cellules saines avec plastes *P* ; 2. Début de plasmolyse au voisinage des filaments de *Phomopsis* (*my*), et formation de précipités vacuolaires (*pv*) ; 3. Plasmolyse et formation de précipités tanniques *t* ; épaississement des parois cellulaires autour des filaments de *Phomopsis* (*my*).

II. — Taches de *Puccinia Sorghi* sur feuilles de Maïs

Wellensiek, cherchant à préciser le mécanisme de la résistance de certains Maïs vis-à-vis de certaines lignées de rouilles, a mis en évidence la

passivité initiale des tissus immédiatement voisins du point d'inoculation, puis l'apparition tardive des phénomènes de nécrose cellulaire.

Dans les feuilles de Maïs que nous avons pu étudier après les avoir artificiellement inoculées par le *Puccinia Sorghi*, nous avons observé les phénomènes cytologiques caractéristiques d'une résistance moyenne, résis-

Fig. 4. — Mitochondries et plastes de feuille de Maïs infectée par *Puccinia Sorghi* (fixation au liquide de Meves).

tance rendue évidente macroscopiquement par le peu d'étendue des lésions et par la sucession de 2 stades.

1° Le tube germinatif de l'urédospore, germant sur la feuille, pénètre par un stomate et infecte quelques cellules voisines de l'orifice stomatique.

Les plastes, qui dans les cellules saines, sont colorables dans leur ensemble par l'hématoxyline ou par la fuchsine acide, prennent l'apparence

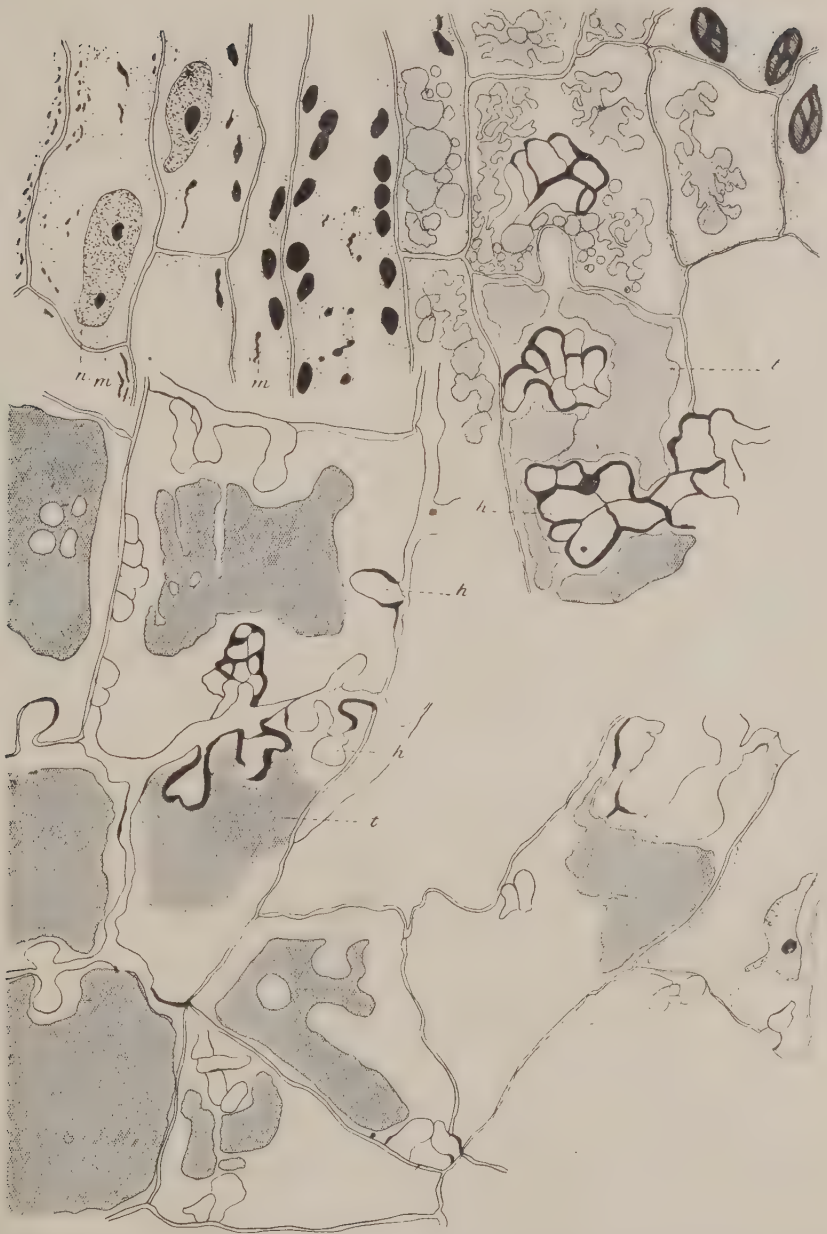


Fig. 5. — Coupes tangentielles (parallèles à l'épiderme de la feuille) à travers le parenchyme de feuille de Maïs infectée expérimentalement par le *Puccinia sorghi* (fixation au mélange d'acide chromique et d'acide osmique ; coloration par la fuschine acide).

En haut : limite d'une tache ; les cellules infectées (à droite) et les cellules immédiatement voisines sont emplies de composés phénoliques *t* (en grisé).

d'un réseau ou d'une masse vésiculée ou diffuse, colorable dans son ensemble par l'acide osmique (région représentée en ponctué, fig. 3 A et 3 B). Seule une portion corticale (p, fig. 3 B) réduite à une étroite bande ou même à quelques points (p, fig. 3 C) reste colorable en rouge par la fuchsine acide ou en noir par l'hématoxyline. Nous constatons donc ici une dissociation du complexe lipoprotéïque des plastes, selon un mode identique au mode que nous avons décrit dans des plantes affectées par la mosaïque, ou à celui que Parat a décrit dans les tissus animaux, où ces phénomènes se manifestent par des images identiques à celles que nous figurons.

Dans les cellules où se manifeste cette fonte graisseuse des plastes, nous voyons des mitochondries, normalement représentées par des filaments, se fragmenter en chaînettes de courts bâtonnets, se gonfler, puis se vésiculer (fig. 4 A). A cette première période d'extension de la lésion à des cellules affectées à mesure de fonte graisseuse, succède, au bout de quelques jours, un deuxième stade, lorsque le voisinage des cellules affectées de fonte graisseuse provoque dans les cellules voisines et avant qu'elles ne soient infectées, le développement d'énormes vacuoles à tannin. Les coupes effectuées à la marge des tissus infectés montrent, dans une masse de cellules emplies de composés phénoliques, les extrémités du mycélium, ramifiées, digitées, ou pelotonnées, presque toujours vidées de leur contenu (fig. 5).

Ces digitations sont enrobées de substance colorable par l'hématoxyline (*h*, fig. 5) et qui nous paraît correspondre à la gaine décrite par Mangin autour des suçoirs de Péronosporées.

Depuis le travail classique de Mangin, Young, M^lle^ Van Der Meer et nous-même avons décrit l'enrobement par une substance chromatophile de certains suçoirs.

Les méthodes de coloration de Mangin nous ont permis d'étudier les phénomènes histologiques qui se manifestent au point où un suçoir tend à pénétrer dans une cellule.

Les colorations combinées à la rosazurine-benzoazurine, après mordançage à la potasse et à l'acide azotique, nous ont permis par exemple d'observer, dans les tissus de châtaigniers affectés par le *Blepharospora cambivora*, les aspects déjà connus pour diverses Péronosporées.

En appliquant à ces tissus les méthodes de fixation et de coloration mitochondriales, nous nous sommes efforcés de connaître les phénomènes cytologiques concomitants des phénomènes histologiques.

Fig. 5 (*suite*).

Les cellules saines (à gauche) montrent un cytoplasme abondant, richement pourvu de plastes et de mitochondries. Les vacuoles apparaissent comme des espaces vides.

En bas : coupe au niveau d'une tache : montrant, à droite, une cellule pénétrée par un suçoir (*h*), cette cellule et les autres cellules infectées sont emplies de précipités phénoliques *t*.

III. — Les rapports entre les Peronosporacées et leurs hôtes

Depuis les recherches de Mangin, faisant connaître comment les suçoirs des Péronosporées pénètrent dans les cellules parasitées en refoulant la membrane cellulaire, de nombreux chercheurs ont étudié les modifications histologiques provoquées dans les tissus infectés par des *Peronospora*, des *Phytophthora* ou des champignons de genres voisins.

Pour préciser quelles sont les modifications cytologiques que provoquent ces champignons, nous avons étudié les lésions qu'ils déterminent en employant les méthodes mitochondriales.

§ 1. — **Le *Peronospora Schleidenii* de l'Oignon.** — Les bulbes d'Oignon parasités par le *Peronospora Schleidenii* offrent un matériel particulièrement favorable. Les cellules, très volumineuses, montrent normalement une grande vacuole, qu'entoure un cytoplasme richement pourvu en mitochondries. Certaines mitochondries ont la forme de courts bâtonnets, les autres la forme de longs filaments flexueux.

Lorqu'un suçoir de *Peronospora* pénètre l'une de ces cellules, il n'y détermine pas immédiatement des troubles métaboliques graves et généralisés.

Les premiers phénomènes réactionnels accessibles à l'observation microscopique se manifestent par l'apparition de vacuoles filamenteuses (fig. 6), par une fragmentation des longues mitochondries en une chaînette de courts bâtonnets. Au début, c'est uniquement au voisinage même du suçoir que s'observe cette altération ; les autres régions de la cellule conservent leur chondriome normal.

Les phénomènes réactionnels se généralisent ensuite à tout le territoire cellulaire, et, à la phase de fragmentation des mitochondries succède une phase de vésiculisation.

La figure 6 montre ainsi les modifications en question :

I. Partie d'une cellule dont la région gauche est pénétrée par un suçoir et montre une fragmentation des mitochondries en courts bâtonnets Md.

La région droite du cytoplasme cellulaire, séparée de la région infectée par l'énorme vacuole V, montre un chondriome normalement constitué de longs filaments associés à de courts bâtonnets.

II. Dégénérescence vésiculaire des mitochondries (*d*) au voisinage d'un suçoir. A ce niveau le système vacuolaire est représenté par un groupe de petites vacuoles filamenteuses figurant un appareil de Golgi, G.

III. Fragmentation des longues mitochondries en chaînettes de mitochondries granuleuses (*Md*) au voisinage d'un filament.

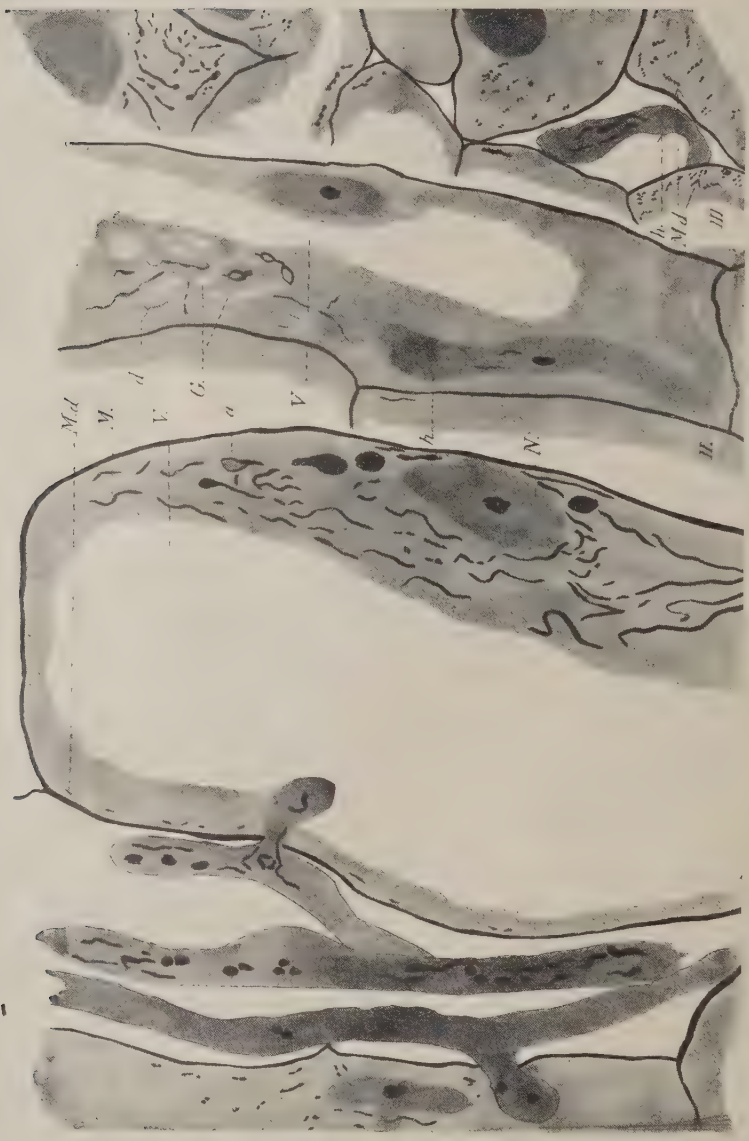


Fig. 6. — Modifications des mitochondries dans des cellules d'Oignon parasitées par le *Peronospora Schleidenii* (coupes de bulbe fixé par le Regaud) :

§ 2. — **Le *Phytophthora infestans* de la Pomme de Terre.** — — Nous avons étudié comparativement, les effets de l'attaque du *Phytophthora infestans* sur des variétés de Pommes de Terre américaines, produites toutes dans les champs d'expériences du Pr. Reddick, à l'Université de Cornell.

Ces deux variétés étaient cultivées en mélange avec des variétés sensibles, dont l'infection avait été assurée dès le printemps par des inoculations. Les conidies de *Phytophthora*, produites en abondance sur ces plantes infectées, avaient eu toutes les occasions, au cours de l'été, d'aller contaminer les variétés résistantes voisines.

A la fin de Septembre, nous ne trouvions plus trace des plantes sensibles, qui avaient été entièrement détruites par le *Phytophthora*.

Des plantes demeurées vertes et appartenant à la variété commerciale Evergreen montraient des lésions plus ou moins étendues de *Phytophthora*, sur les folioles, sur les pétioles et sur les tiges (voir fig. 7).

Les hybrides créées par Reddick, en fécondant des ovaires d'Evergreen par le pollen de la variété japonaise « Ekishirazu », ne montraient sur leurs folioles bien vertes que quelques minuscules taches de tissus desséchés.

Les coupes effectuées à la marge des lésions sur Evergreen mettent en évidence le mycélium de *Phytophtora* sous forme de larges filaments emplis d'un cytoplasme dense, richement pourvu de noyaux et de mitochondries. Ces filaments envoient des suçoirs dans les cellules vivantes de l'hôte, et ces cellules, au moins au début, ne montrent pas de troubles graves. Elles conservent des mitochondries bien colorables.

Les réactions se manifestent, à la longue, par une augmentation du volume des vacuoles, et par l'enrichissement du contenu vacuolaire en composés phénoliques. Mais, ces réactions n'affectent que les cellules mêmes que pénètrent les suçoirs, sans se généraliser aux cellules voisines.

Au contraire, les coupes pratiquées au niveau des îlots nécrotiques des hybrides (25 E) de Reddick, montrent une masse de cellules emplies d'énormes vacuoles, dont le contenu, riche en composés phénoliques, se colore en jaune par le Bichromate de Potasse.

Les filaments de *Phytophthora* s'insinuent entre ces cellules, se ramifient à l'excès sans former de suçoirs bien différenciés : les ébauches de suçoirs restent encapuchonnées du manchon fortement épaissi de la membrane cellulaire (*k*, fig. 9).

Vers la marge de la lésion, on peut observer des filaments vidés de leur contenu, entre des assises de cellules à énormes vacuoles tanniques. Au voisinage, les cellules saines conservent un cytoplasme dense, riche en plastes et en mitochondries, et que creuse un système de vacuoles dont le contenu ne montre pas les réactions des produits phénoliques.

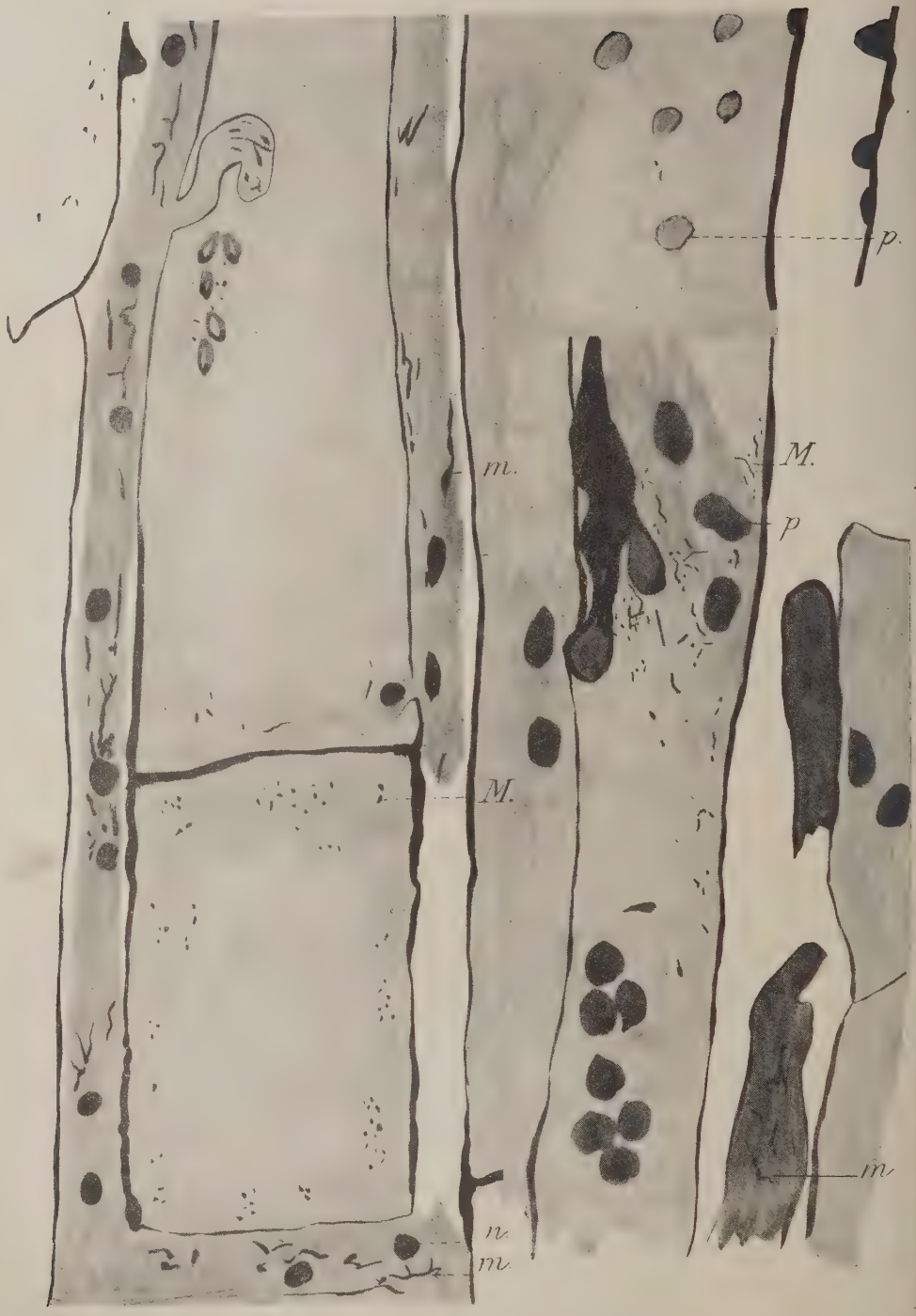


Fig. 7. — *Phytophtora infestans* dans le pétiole de feuille de pomme de terre.

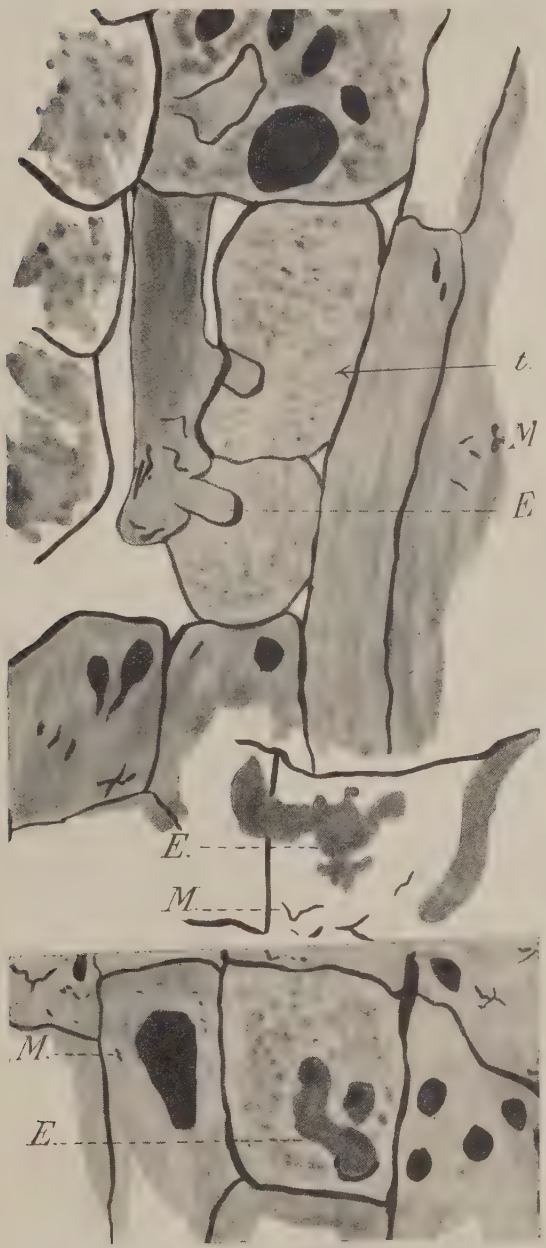


Fig. 8.— Développement des vacuoles tanniques *t* dans les cellules d'Evergreen. Cette réaction ne s'observe que dans la cellule même que pénètre un suçoir *E* et n'affecte pas les cellules voisines.

§ 3. — Le *Blepharospora cambivora* Petri du Châtaignier.

Le *Blepharospora cambivora*, champignon très voisin des *Phytophthora*, se comporte dans les tissus infectés à la manière d'un *Phytophthora* :

1° Inoculé à une plantule de *Castanea vesca* (hôte sensible), il insinue

Fig. 9. — Filaments de *Phytophthora infestans* dans les tissus de foliole de pomme de terre très résistante (var. 25 E. de Reddick).

Les extrémités de filaments mycéliens, emplis de cytoplasme dense richement pourvu de mitochondries *m*, pénètrent entre les cellules qui sont tuées avant que le champignon n'ait pu y envoyer de suçoir. Ces cellules ont développé d'énormes vacuoles tanniques *t*.

A la marge des lésions on observe des filaments vides (*w*) au sein d'une masse de cellules à grosse vacuole phénolique, et séparés des cellules saines par une ou deux rangées de cellules à vacuoles phénoliques très développées (*t*).

ses filaments entre les cellules de la région cambiale, pousse des suçoirs dans les cellules vivantes, et ces cellules ne montrent pas de modifications immédiates. Elles conservent des mitochondries bien colorables.

Inoculé à des plantules élevées aseptiquement, le *Blepharospora* y provoque une infection généralisée ; dans la nature, le *Blepharospora* tue rapidement les plantules qu'il infecte, mais il est rapidement détruit dans les tissus tués par les microorganismes de la pourriture.

Le *Blepharospora* peut infecter les châtaigniers de tout âge : il étend son infection au niveau des tissus du cambium pendant le printemps et le début de l'été. Au cours de l'été cependant la lésion se cicatrise en général.

Les coupes effectuées à la marge d'une lésion cicatrisée montrent les

extrémités du réseau mycélien ramifiées et pelotonnées au niveau d'une assise de cellules ayant développé d'énormes vacuoles phénoliques. Au delà de cette assise, s'observe une assise de cellules méristématiques, pourvues d'un très gros noyau, et dont le cytoplasme, très dense, est creusé d'un système de petites vacuoles filamenteuses. Ces cellules fonctionnent comme cellules initiales d'une assise cambiale réactionnelle. Elles forment, du côté des tissus infectés, des cellules qui développent très tôt de grosses vacuoles à tannin. Elles forment, du côté des tissus encore sains, des cellules qui évoluent normalement pour s'ajouter au parenchyme fondamental.

2° Inoculé à une plantule de *Castanea crenata* (hôte résistant), le *Blepharospora* provoque dans les cellules qu'il menace d'infecter, et avant même d'y envoyer des suçoirs, le développement d'énormes vacuoles à tannin. La lésion se limite bientôt à un îlot de cellules bourrées de composés phéno-

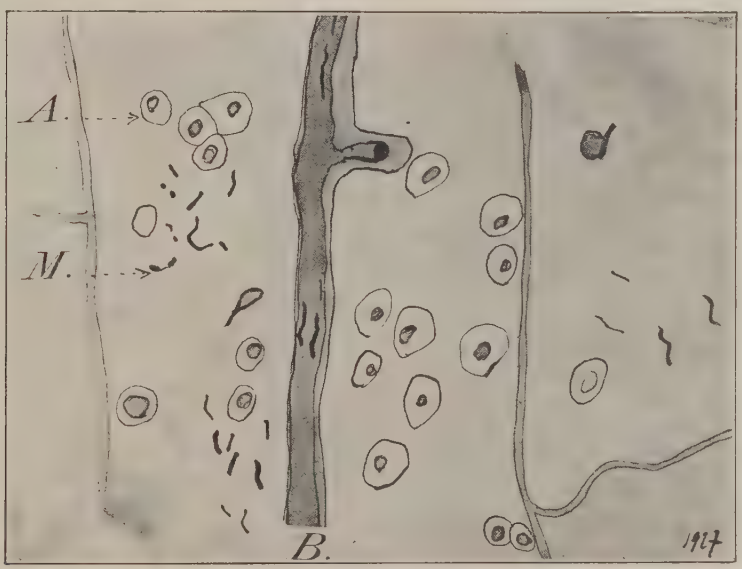


Fig. 10. — Cellules de plantule de *Castanea vesca* expérimentalement infectée par le *Blepharospora cambivora*. Les filaments intercellulaires (B) envoient des suçoirs dans des cellules vivantes, qui conservent des mitochondries M et des amyloplastes (A).

liques, et entre lesquelles s'aperçoivent des filaments de mycélium vide.

Des phénomènes semblables à ceux que montrent les pommes de terre Evergreen affectées par le *Phytophthora infestans*, ou les châtaigniers d'Europe infectés par le *Blepharospora*, s'observent dans le cas des *Citrus* ou des *Eriobotrya japonica* infectés par le *Phytophthora terrestris*.

Fig. 11. — Coupe longitudinale à la marge de lésion de *B. cambivora*, dans racine de *Castanea*.

Fig. 12. — Détail d'une des cellules supérieures de la figure 11 ; dans le cytoplasme, entre les vacuoles pleines de composés phénoliques (en gris foncé) on voit des mitochondries filamenteuses et des amyloplastes, contenant des grains d'amidon (colorables en brun par l'iode, et figurés en gris) (marqués B dans la fig. 11). Au voisinage des filaments mycéliens (marqués A dans la fig. 11), certaines cellules ont deux noyaux (en noir). Le cytoplasme renferme des mitochondries et des amyloplastes (A). Les vacuoles V contiennent des composés phénoliques. Les cellules inférieures, formant l'assise cicatricielle, montrent de petites vacuoles filamenteuses, sans contenu phénolique.

IV. — Maladie de l'écorce du Châtaignier américain

L'*Endothia parasitica*, cause du « Chestnut Blight » ou « Bark disease » des Châtaigniers d'Amérique, est un parasite des tissus de la région cambiale. Les extrémités mycéliennes se ramifient en palmettes entre le bois et l'écorce ; sur les troncs, l'infection peut évoluer sous forme de chancres, la zone cambiale tuée s'étendant chaque année.

Sur les rameaux, l'infection peut tuer rapidement un anneau de cambium et provoquer le dessèchement des extrémités.

Cependant, les jeunes rejets émis par les souches, et les souches elles-mêmes ne sont pas infectées par l'*Endothia*, et Graves a expliqué cette immunité par la grande richesse des tissus en tannin.

Nous nous sommes efforcé, au cours de notre séjour dans l'Etat de New-York, d'étudier les modifications provoquées par l'*Endothia* dans l'appareil vacuolaire des tissus infectés ; les tissus de la marge d'un chancre, même prélevé sur un rameau, se coupent difficilement. Grâce à la bienveillante collaboration du Dr Forsaith, qui a mis au point une technique permettant de couper dans le collodion les bois les plus durs, et en utilisant les ressour-

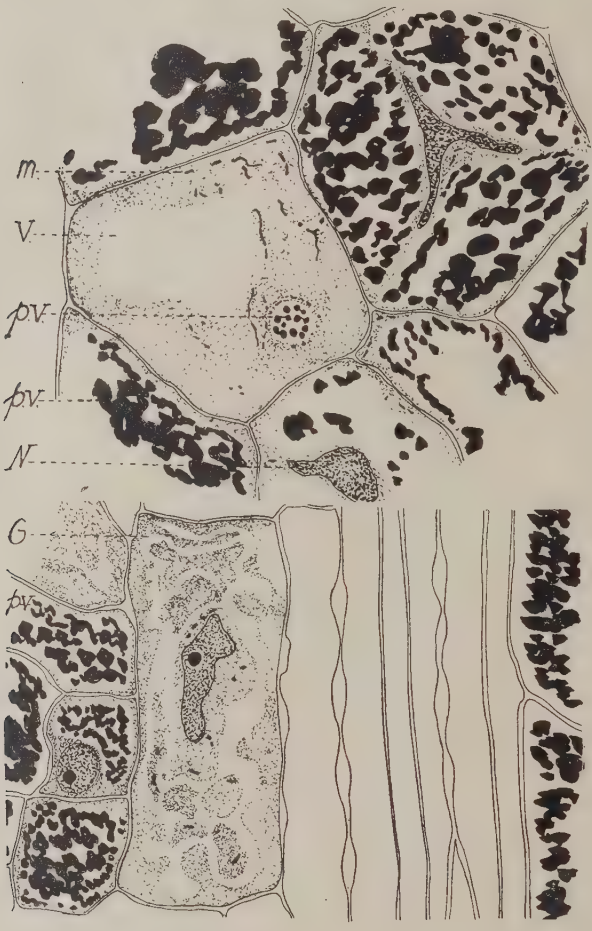


Fig. 13. — Coupes longitudinales à la marge d'un chancre d'*Endothia*.

ces des laboratoires de la N.-Y. Forestry School, de Syracuse, nous avons pu obtenir des coupes de chancres assez fines pour réussir des colorations mitochondriales, par la fuchsine acide, après fixation par le liquide Regaud; ces coupes montrent qu'à la marge du chancre le parenchyme cortical conserve

des cellules ayant conservé l'aspect normal, à côté de cellules qui ont accumulé des composés phénoliques dans leurs vacuoles.

La fig. 12 représente des cellules non encore infectées du parenchyme cortical, au voisinage des cellules infectées par l'*Endothia*. La cellule de gauche conserve un cytoplasme à longues mitochondries filamenteuses, entourant une grande vacuole (*v*) ne contenant pas de produits précipitables

Fig. 14. — Cellules infectées par des filaments d'*Endothia* (*E*).

par le bichromate de potassse. Cependant une petite vacuole arrondie a déjà accumulé des composés phénoliques précipitables *pv*.

Les cellules voisines ont développé une grosse quantité de composés phénoliques dans leurs vacuoles, qui apparaissent bourrées de précipités. Dans la cellule supérieure droite, le noyau, comprimé par le développement des vacuoles, a pris une forme étoilée.

La partie inférieure de la fig. 13 montre que les cellules du parenchyme libérien, à la limite du chancre, ont pour la plupart un contenu vacuolaire riche en composés phénoliques (*pv*). Cependant certaines cellules ont encore

un cytoplasme creusé de vacuoles filamenteuses figurant des « canalicules de Holmgren ».

Les cellules infectées par les filaments d'*Endothia* (fig. 14) ne montrent plus, dans leur cytoplasme, que des mitochondries courtes ou granuleuses.

Le contenu vacuolaire est très riche en composés phénoliques, et, après fixation par le Regaud, les vacuoles se montrent presque entièrement remplies de précipités jaunes (*pv* figurés en grisé fig. 14).

V. — *Fusarium Rubi* Winter

Le *Fusarium rubi* est un des rares champignons capables d'infecter des bourgeons sans les tuer rapidement mais en provoquant, au contraire, des phénomènes de cladomanie désignés aux Etats-Unis sous le nom de « Double Blossom », maladie assez importante des *Rubus* cultivés.

Nous avons pu, au cours d'excursions faites dans l'Etat de New-York avec le Prof. Whetzel, recueillir des bourgeons infectés sur *Rubus* spontanés : au début du printemps, le mycelium de *Fusarium rubi* (F, fig. 15) est facilement mis en évidence entre les cellules des bourgeons affectés ; le mycelium envoie d'ailleurs des suçoirs (P) dans les cellules.

Au voisinage des filaments mycéliens, des cellules restent vivantes et conservent leur noyau (*n*) et leurs mitochondries (*m*) bien colorables ; l'appareil vacuolaire a l'aspect d'un système de petites vacuoles (*g* ou *v*) entre lesquelles le cytoplasme forme un réseau de trabécules.

Le noyau prend souvent une forme amiboïde ou étoilée en se moulant dans l'intervalle des vacuoles.

Les cellules infectées par des suçoirs montrent une grosse vacuole emplie de composés phénoliques (*t*).

VI. — Modifications de l'appareil vacuolaire dans les cellules rouillées d'*Arisoema triphyllum*

L'*Arisæma triphyllum* est une aroïdée très commune dans les forêts de l'Etat de New-York. Les feuilles ou les spathes sont fréquemment rouillées par l'*Uromyces Caladii*.

Avant la formation des sores, l'attaque ne se manifeste que par une décoloration des limbes, rappelant certaines décolorations causées par des mosaïques. Nous avons pu en recueillir des échantillons au cours d'herborisations faites au « Labrador Lake » avec le Prof. Whetzel, puis au cours d'une visite que le Dr Moon, doyen de l'Ecole Forestière de Syracuse, a bien voulu nous faire effectuer dans les forêts des Adirondacks.

Il est très aisé de détacher de grands lambeaux d'épiderme pour les colorer vitalement par le rouge neutre, ou pour les fixer par les méthodes mito-

chondriales avant de les colorer *in toto* selon la technique si heureusement employée par GUILLIERMOND.

Fig. 15. — Coupe de bourgeron de *Rubus* infecté par le *Fusarium Rubi* Wint. *F*, Filaments du *Fusarium* circulant entre les cellules et poussant des suçoirs, *p*; *n*, noyau, et *m*, mitochondries dans les cellules demeurées vivantes au voisinage des filaments mycéliens. — *t*, Vacuoles emplies de composés tanniques, développées dans certaines cellules voisines des filaments mycéliens. — *g*, Système de petites vacuoles dans une cellule, voisine d'un filament mycélien. — *v*, Vacuoles non colorables dans les cellules infectées.

La coloration vitale par le rouge neutre met en évidence l'énorme vacuole qui occupe presque entièrement les cellules épidermiques saines

dont le cytoplasme se réduit à une mince pellicule appliquée contre les parois cellulaires.

Dans les cellules infectées par la Rouille, la vacuole se fragmente de telle sorte que le suçoir paraît auréolé d'un groupe de petite vacuoles ; certaines vacuoles conservent un contenu colorable de façon homogène par le

Fig. 16. — Cellules épidermiques d'*Arisœma triphyllum ;* coloration vitale.

rouge neutre, mais beaucoup, et en particulier les plus voisines du suçoir, forment des précipités vacuolaires.

Les trabécules cytoplasmiques qui séparent les vacuoles montrent un grand nombre de petites granulations graisseuses, réfringentes. A un stade plus avancé de l'infection, le rouge neutre ne colore plus le contenu vacuo-

laire, car il est précipité à mesure sous forme de granulations qui viennent s'appliquer à la surface de la vacuole, et dessinent son contour (*pv*, fig. 15).

La cellule d'ailleurs perd sa turgescence. Le cytoplasme, qui se détache de la paroi cellulaire, prend les aspects que les descriptions de GUILLIERMOND ont rendu classiques pour les cellules plasmolysées.

La coloration des lambeaux d'épiderme fixés par le liquide de Regaud ou par le liquide de Meves fournit des images superposables à celles que permet d'obtenir la coloration vitale; au début de l'infection, des mitochondries restent colorables le long des trabécules cytoplasmiques au voisinage même du suçoir (fig. 17). Mais bientôt le territoire cytoplasmique voisin du suçoir fixe de façon particulièrement intense les colorants, de nombreuses gouttelettes graisseuses apparaissent et les mitochondries ne peuvent plus être différenciées.

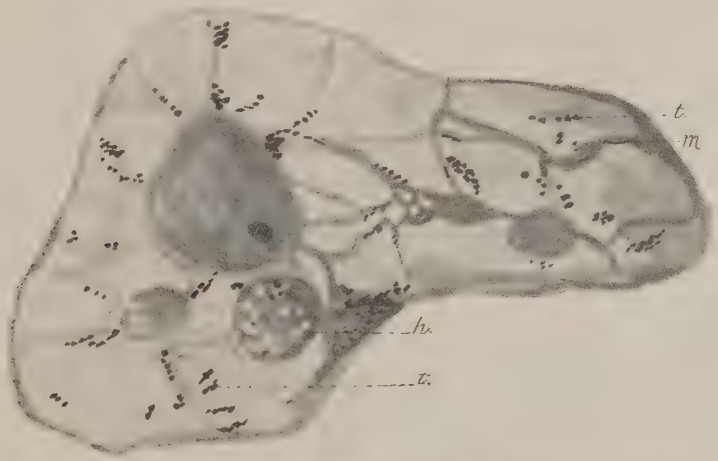


Fig. 17. — Cellule épidermique rouillée d'*Arisæma triphyllum*; fixation au liquide de Meves, coloration à la fuschine acide.

VII. — Modifications de l'appareil vacuolaire dans les cellules rouillées d'Asphodele

Les feuilles d'*Asphodelus subalpinus* des vallées pyrénéennes montrent souvent, lors du jaunissement automnal, des plages qui demeurent vertes; ces plages correspondent à des îlots de cellules infectées par le *Puccinia Asphodeli* et elles entourent généralement comme un anneau vert les sores de cette rouille; nous avions déjà décrit la persistance des chloroplastes verts dans les cellules infectées, à une saison où les chloroplastes des cellules saines de la feuille ont déjà subi une fonte graisseuse. Il nous a paru intéres-

sant d'étudier cytologiquement des cellules auxquelles l'infection parasitaire confère une survie, et dont Beauverie a signalé l'intérêt.

L'épiderme de la feuille d'Asphodèle se détache facilement en longs lam-

Fig. 18. — Cellule de feuille d'*Asphodelus subalpinus* rouillée par *Puccinia Asphodeli;* coloration vitale par le rouge neutre, en solution sucrée à 10 %.

En haut : Deux cellules palissadiques, telles qu'elles apparaissent dans une coupe

beaux, même au niveau d'un sore : un lambeau immergé dans une solution sucrée de rouge neutre permet d'étudier, dans les cellules vivantes, les conséquences de la pénétration d'un suçoir.

Les trois cellules du fragment épidermique de la fig. 18 montrent trois stades de l'infection :

La cellule supérieure, encore turgescente, conserve une grande vacuole unique (comparable à la grosse vacuole centrale qui occupe presque tout le volume d'une cellule épidermique saine) le suçoir my est appliqué à la surface de cette grosse vacuole. Son cytoplasme est dense, et contient quelques gouttelettes graisseuses.

La deuxième cellule a perdu sa turgescence ; le suçoir, qui a pénétré le cytoplasme, provoque une invagination de la vacuole.

Dans la troisième cellule, qui est fortement plasmolysée, le système vacuolaire s'est fragmenté en un système de petites vacuoles ; les plus grosses de ces vacuoles conservent un contenu colorable dans son ensemble par le rouge neutre.

Mais dans les petites vacuoles V qui sont groupées au voisinage immédiat du suçoir, le rouge neutre est en partie précipité sous forme de grains rouges (le cytoplasme du suçoir est lui-même vacuolisé).

La coloration vitale par le rouge neutre met donc en évidence autour du suçoir un « appareil de Golgi » sous forme d'un groupement de petites vacuoles colorables.

La fixation par un mélange de formol et de bichromate de potasse, suivi de la coloration par la fuchsine acide, mettent en évidence cet appareil de Golgi comme un groupement de petites lacunes dans le cytoplasme coloré (c'est-à-dire comme l'image négative de l'appareil dont la coloration vitale donne l'image positive). (*g.* fig. 19).

Les mitochondries, colorables après fixation, apparaissent comme des bâtonnets ou des grains appliqués à la surface des vacuoles.

transversale de la feuille, passant par une tache à teleutospores. Les deux cellules sont bien vivantes ; elles montrent un cytoplasme dense, richement pourvu de chloroplastes bien verts C, et creusé de petites vacuoles V, dont le contenu se précipite souvent sous forme de granules (*pv*).

Au-dessous : Cellules épidermiques, telles qu'elles apparaissent dans un lambeau d'épiderme arraché au niveau d'une jeune tache de *Puccinia*. Certaines cellules, infectées par un filament mycélien, *my*, ont conservé un appareil vacuolaire normal, sous forme d'une grande vacuole centrale, *v*.

La pénétration du filament refoulant le cytoplasme en doigt de gant, impose parfois à la vacuole la forme d'un capuchon.

Enfin, les modifications les plus caractéristiques se manifestent par une fragmentation de la grande vacuole en un système de petites vacuoles, cette fragmentation étant particulièrement exagérée au voisinage immédiat du mycélium. Le contenu vacuolaire des petites vacuoles devient instable, et est facilement précipité par le rouge neutre.

Les vacuoles de la cellule infectée ne contiennent pas de composés phénoliques colorables par le bichromate de potasse.

Au contraire, les cellules voisines, non infectées, contiennent dans leur

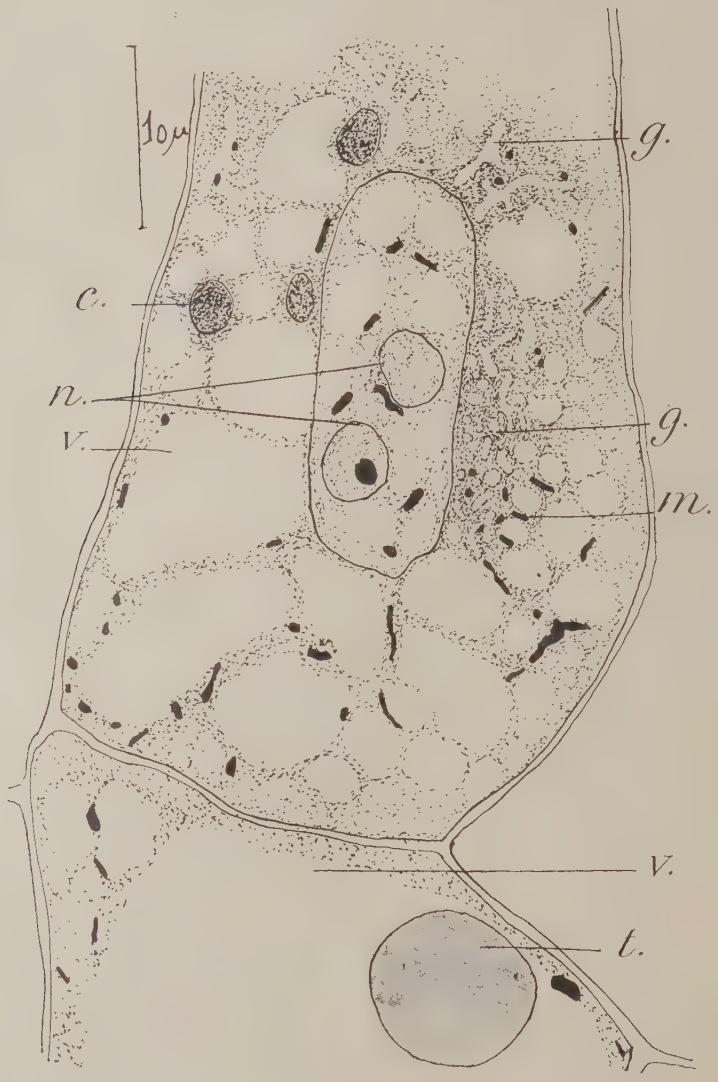


Fig. 19. — Cellule d'Asphodèle pénétrée par un suçoir de *Puccinia;* fixation par le liquide de Regaud.

grosse vacuole centrale (v.) des composés phénoliques que le bichromate de potasse précipite sous forme d'une sphère jaune (t. fig. 19) et que la colo-

ration vitale par le rouge neutre précipite sous forme d'une sphère rouge qu'entoure souvent une membrane de précipitation rouge foncé.

Ailleurs, le rouge neutre précipite le contenu vacuolaire sous forme de croissants, sur le bord de la vacuole (*d*, fig. 20) .

Ces précipités figurent ce que les histologistes avaient appelé « dictyo-

Fig. 20. — Cellules rouillées de parenchyme palissadique d'Asphodèle ; coloration vitale.

somes », corps demeurés énigmatiques jusqu'à ce que Guilliermond en ait fait connaître la véritable signification.

La fig. 20 représente deux cellules de parenchyme palissadique de feuille d'Asphodèle, au-dessous d'un sore de *Puccinia*. La coloration vitale au rouge neutre n'a coloré dans leur ensemble que quelques petites vacuoles telles que v, mais elle a provoqué la formation de précipités vacuolaires sous forme de petits grains ou sous forme d'une sphère rouge (d) enveloppée d'une membrane de précipitation.

Les modifications remarquables de l'appareil vacuolaire, dans les cellules d'Asphodèle auxquelles l'infection par le *Puccinia* confère une activité prolongée au delà de la normale, se retrouvent dans des cellules où l'infection parasitaire provoque une plus grande activité métabolique, que trahissent, par exemple, des phénomènes d'hypertropie ou d'hyperplasie : nous prendrons comme exemples deux cas caractéristiques d'infection dite symbiotique.

1° Orchidées infectées par l'Endophyte ;

2° Mycorhizes.

VIII. — Orchidées infectées par le champignon endophyte

Au cours de notre séjour dans le Botany Department de l'Université de Cornell, le Pr. KNUDSON a bien voulu nous montrer les résultats qu'il a obtenu par culture aseptique d'embryons d'Orchidées, et par infection expé-

Fig. 21. — Deux cellules d'un embryon d'*Odontoglossum* inoculé par l'endophyte de *Cattleya* (cultures KNUDSON) (fixation au liquide de MEVES). La cellule inférieure, pénétrée par les filaments du Champignon, conserve dans son cytoplasme des mitochondries m bien colorables. Au voisinage des filaments mycéliens s'observe un sytème de petites vacuoles, à l'intérieur desquelles des précipités phénoliques se sont précipités sous forme de granules noirs. La cellule supérieure, non encore infectée, montre une dégénérescence graisseuse des plastes *P*.

rimentale de plantules obtenues aseptiquement ; de ses résultats, il conclut que les graines d'Orchidées peuvent se développer sans le concours de champignon symbiotique, à la condition que soient mis à la disposition de la graine des hydrates de carbone solubles en solution suffisamment concen-

trée ; lorsque des hydrates de carbone solubles ne sont pas disponibles, des champignons peuvent permettre la germination en solubilisant les hydrates de carbone insolubles du milieu de culture (terreau).

L'action des champignons n'est bienfaisante qu'autant qu'elle s'exerce sur le milieu extérieur.

Cependant, des champignons peuvent devenir endophytes en parasitant les tissus de la graine ou de l'embryon : la plupart des graines ou des embryons succombent à cette infection. Dans certains cas, cependant, l'infection est localisée de telle sorte que l'embryon peut évoluer et se développer.

Le Pr. Knudson a bien voulu mettre à notre disposition, pour l'étude cytologique, la collection de ses cultures.

Nous ne décrirons ici que les résultats obtenus par l'étude d'embryons d'*Odontoglossum* infectés expérimentalement par l'endophyte de *Cattleya*

Cet endophyte est pathogène pour beaucoup d'embryons d'*Odontoglossum* qu'il tue rapidement. Certains embryons cependant tolèrent l'infection et évoluent en plantules. Le champignon envoie ses filaments dans des cellules qui restent vivantes et conservent quelque temps des mitochondries filamenteuses bien colorables ; les réactions de l'infection se manifestent ensuite : les mitochondries filamenteuses se fragmentent en chaînettes de courtes mitochondries, non seulement dans les cellules infectées, mais encore, et surtout, dans les cellules voisines ; cependant les réactions les plus remarquables sont localisées au territoire cellulaire immédiatement voisin des filaments endophytes : elles affectent le vacuome, et se manifestent par la formation de précipités vacuolaires sous l'influence des fixateurs.

IX. — Nodosités radicales de *Melampyrum pratense*

Depuis plusieurs années M. le Pr. Fron avait bien voulu attirer notre attention sur l'intérêt que pouvait présenter l'étude des nodosités du *Melampyrum pratense*.

Un certain nombre de ces nodosités, récoltées au cours de l'été 1928, dans la forêt de Barèges (Hautes-Pyrénées), nous ont offert un matériel remarquablement favorable à l'étude de l'appareil vacuolaire, tant sur le vivant qu'après fixation.

Les nodosités de *M. pratense* sont causées par des champignons de mycorhizes; leur assise de cellules périphériques, infiltrée par les palmettes du champignon, montrent les aspects qui sont classiques depuis les travaux de Mangin sur les mycorhizes ectotrophes (k, fig. 22).

D'ailleurs certains filaments tendent à pénétrer dans les cellules ; aux

points de pénétration s'observent des épaississements cellulaires analogues à ceux qui engainent les suçoirs de Péronosporées (j, fig. 22).

§ 1. — *Le parenchyme hyperplasié*

Les cellules périphériques de la nodosité, menacées par l'infection, sont emplies d'une énorme vacuole tannique (représentée en grisé, *t*, fig. 22).

Les cellules plus profondes montrent une grosse vacuole centrale emplie de composés phénoliques. Autour de cette vacuole, le cytoplasme périphérique apparaît creusé d'un système de petites vacuoles.
chacune un système de petites vacuoles arrondies ou filamenteuses.

Enfin, les cellules du parenchyme central de la nodosité montrent

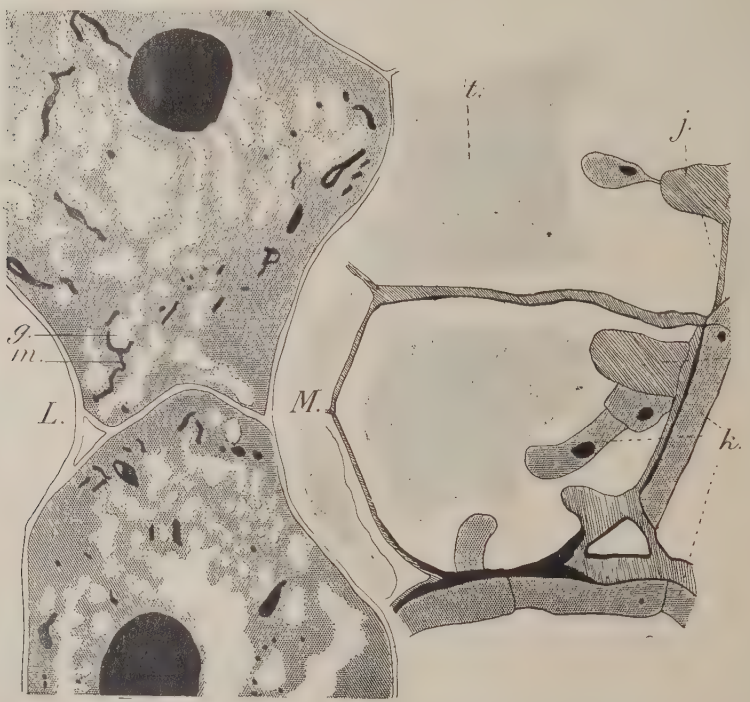


Fig. 22. — Nodosités de *Melampyrum pratense* : *M.* cellules à mycorhizes ; *L.* cellules du parenchyme interne (fixation au mélange bichromate de potasse, acide chromique, formol).

Ces vacuoles ne contiennent pas de composés phénoliques ; sur les coupes fixées par les mélanges de bichromate de potasse et de formol, elles apparaissent comme des espaces clairs au sein du cytoplasme.

Cette image négative du système vacuolaire correspond à ce que les histologistes avaient appelé « canalicules de Holmgren ».

Fig. 23. — Cellules de parenchyme de nodosité de *Melampyrum* : *R.* après coloration vitale au rouge neutre, *H* après fixation et coloration par l'hématoxyline.

A cette image négative correspond en positif l'image que nous avons obtenue en colorant des fragments de nodosités vivantes par le rouge neutre: cette image est représentée dans la partie supérieure de la figure 23 où sont figurées en noir les vacuoles sphériques et les vacuoles filamenteuses G.

Sous cet aspect de filaments ou de petites sphères groupés dans certains territoires cytoplasmiques, les vacuoles figurent un « appareil de Golgi ».

Les colorations mitochondriales mettent bien en évidence les relations

Fig. 24. — Cellules périvasculaires de nodosité radicale de *Melampyrum;* à gauche (après fixation par le mélange bichromate de potasse-acide chromique-formol), la vacuole centrale apparaît comme un espace clair, encombré de précipités phénoliques (1); à droite (après coloration vitale par le rouge neutre), la vacuole, dont le contenu se colore de façon homogène, occupe presque tout le volume de la cellule.

intimes qui lient le chondriome au vacuome au niveau de l'appareil de Golgi: les mitochondries sont alignées le long des minces trabécules qui séparent les vacuoles, ou sont appliquées à la surface des vacuoles.

§ 2. — *Les vacuoles des tissus périvasculaires*

Certaines vacuoles des cellules des nodosités méritent une étude particulière.

Des cellules allongées le long des faisceaux ligneux montrent une grosse vacuole occupant presque tout le volume cellulaire, et dont le contenu est riche en composés phénoliques, colorables en rouge, sur le vivant, par le rouge neutre, colorables en jaune par les fixateurs contenant du bichromate de potasse, et colorables naturellement en noir par les fixateurs contenant de l'acide osmique.

Ces vacuoles remarquables, que nous avons observées non seulement dans les nodosités de *Melampyrum pratense*, mais encore dans d'autres nodosités telles que celles du *Myrica gale*, n'avaient pu manquer d'attirer l'attention de divers auteurs qui ont étudié les nodosités, mais leur signification n'a pas été comprise, et leur contenu osmiophile a même été confondu avec de la graisse par certain de ces auteurs.

X. — Modifications de l'appareil vacuolaire causées par des Bactéries

Un certain nombre de maladies bactériennes se manifestent, au moins au début, par une excitation du métabolisme cellulaire. Dans les tumeurs du type crown-gall (Erwin Smith, Magrou, Riker) l'excitation détermine, par hyperplasie, la formation de néoplasmes groupant des cellules à caractères embryonnaires ; les mêmes phénomènes ont été décrits par Petri et par nous-même dans les tumeurs de Pin d'Alep, dues au *Pseudomonas Pini*. Dans les tumeurs de Pin d'Alep, nous avons signalé la localisation des Bactéries en foyers entourés d'assises de cellules ayant développé d'énormes vacuoles tanniques, cellules elles-mêmes formées aux dépens de cellules à caractères embryonnaires.

Beaucoup d'auteurs, étudiant diverses maladies bactériennes ont signalé au voisinage des zooglées bactériennes la plasmolyse des cellules et la formation de cavités schizogènes ou lysigènes (Beach, Nelson...), mais sans essayer de nous faire connaître par une étude microchimique quelles sont les modifications du vacuome dans les cellules affectées.

Dans un grand nombre de maladies bactériennes des végétaux, les bactéries pathogènes inoculées en un point de l'hôte pullulent en formant des zooglées qui s'insinuent entre des files de cellules de façon à former des cordons bactériens.

Ces cordons peuvent s'étendre sur une grande longueur et parfois du haut en bas de la tige, sans que des lésions apparentes trahissent leur existence à l'extérieur; les cellules entre lesquelles circulent les zooglées bacté-

riennes semblent conserver pendant un certain temps leur aspect normal; seule une étude cytologique minutieuse permet de faire comprendre l'action des bactéries sur les cellules affectées.

Pour cette étude nous avons employé les méthodes de fixation et de colo-

Fig. 25. — Cellules de Doliques entre lesquelles se sont infiltrées des zooglées de *Bact. phaseoli.*

ration mises au point par Milovidov dans le laboratoire du Pr. Guilliermond, et qui permettent de colorer les mitochondries et les plastes en rouge par la fuschine acide, tandis que les bactéries sont colorées en bleu ou en violet par le bleu polychrome.

Nous avons appliqué cette méthode :

1° à des Doliques que le Dr. Burkholder avait expérimentalement infectés par le *Bact. Phaseoli* dans les serres de l'Université de Cornell ;

2° à des choux infectés par le *Bact. Campestre* dont M. Foex nous a confié l'étude à l'Institut des recherches agronomiques de Versailles.

§ 1. — Doliques infectés par le *Bacterium Phaseoli*

Les zooglées de *Bact. Phaseoli* s'étendent rapidement à partir de leur point d'inoculation dans la tige, jusque dans le pétiole et les nervures de certaines feuilles. Les feuilles affectées manifestent une fanaison partielle ; la position des feuilles fanées ou décolorées fait connaître la localisation de l'infection dans les secteurs des tiges correspondant à ces feuilles, alors même que les tiges paraissent extérieurement saines.

Les coupes montrent que les bactéries s'infiltrent entre les cellules vivantes sous forme de zooglées étroites rappelant l'aspect de filaments de champignons intercellulaires. Dans ces zooglées, les bactéries forment d'abord de petites colonies dispersées ; leur voisinage paraît exciter le métabolisme des cellules, où de nombreuses mitochondries évoluent en amyloplastes ou en chloroplastes.

A ce stade d'infiltration bactérienne succède un stade de pullulation : les zooglées s'épaississent et s'enrichissent en bactéries. Dans les cellules voisines, la fragmentation des mitochondries en chaînettes de courts bâtonnets (m. fig. 25) commence à trahir ds symptômes morbides.

L'appareil vacuolaire, normalement représenté par une grosse vacuole centrale (v. fig. 25), se fragmente en un système de petites vacuoles; entre ces vacuoles le cytoplasme prend l'aspect d'un réseau de trabecules chromatophiles. Enfin, le cytoplasme se plasmolyse, et se contracte en une masse vacuolisée, où ne se distinguent plus ni les plastes, ni mitochondries, ni noyau (y, fig. 24).

§ 2. — Choux infectés par le *Bact. campestre*

Au cours de l'année 1926 nous avons pu étudier, en collaboration avec Szymanek, l'effet sur les Choux de la région parisienne, d'une infection par des Bactéries que nous avions rapportées au *Bact. campestre* (ou *Pseudomonas campestris*). Paine, en Angleterre, a bien voulu comparer nos cultures à celles qu'il avait isolées de Raves, à la même époque ; l'organisme que nous avons isolé et celui qu'il a isolé lui paraissent représenter l'un et l'autre, une variation du *Pseudomonas campestre*.

Au cours de l'hiver 1928 nous avons pu reprendre l'étude cytologique de cette infection bactérienne sur des Choux des cultures du Centre des Recherches Agronomiques.

Les échantillons nous avaient été soumis parce que, à l'arrachage, ils montraient, au dessous du collet, un bouquet de tiges adventives. Aucun symptôme de pourriture ne se manifestait à l'extérieur. Des coupes transversales ont mis en évidence, tout le long de la tige et des racines, des plages nécrosées, au niveau de certains faisceaux ligneux. Des bactéries, semblables

à celles que nous avions isolées en 1926, ont pu être isolées en culture pure des tissus nécrosés.

Après fixation par le mélange bichromate de potassium-acide chromique-formol, les bactéries peuvent être mises en évidence dans les tissus infectés par une coloration au violet de gentiane phéniqué, suivie d'un mor-

Fig. 26. — Coupes de tiges de Chou infecté par *Bact. campestre*.

dançage à la solution iodo-iodurée et d'une différenciation par l'alcool. Les bactéries peuvent encore être colorées en rouge par le Rose Bengale, dissout dans une solution à 1 pour mille de chlorure de calcium, selon la technique préconisée par Coon.

Les meilleurs résultats cependant sont obtenus en appliquant la technique de Milovidov, qui permet de colorer les mitochondries en rouge par la fuschine acide et les Bactéries en violet par le Bleu polychrome de Unna (b) fig. 26); les zooglées (figurées en grisé foncé) se colorant en bleu (2).

Cette double coloration permet de mettre en évidence la persistance des mitochondries dans les cellules entre lesquelles commencent de s'insinuer les zooglées bactériennes. A mesure que l'infection bactérienne fait sentir plus gravement ses effets, un grand nombre de mitochondries évoluent en plastes ; à cette période d'excitation métabolique succèdent soit une phase de vacuolisation et de coagulation du cytoplasme, soit une phase d'enrichissement du vacuome en composés phénoliques ; cette accumula-

tion de composés phénoliques dans les vacuoles s'accompagne d'un gonflement et d'une lignification des parois cellulaires. L'extension des zooglées bactériennes paraît arrêtée au niveau de ces cellules à tannin, et c'est sans doute ce qui explique la localisation de l'infection à des cordons longitudinaux allongés le long de certains faisceaux vasculaires, sans généralisation dans les tissus voisins.

Conclusions

Dans la cellule animale ou végétale, l'évolution normale du système vacuolaire est concomitante de l'évolution ontologique : la cellule embryonnaire est riche en composés solubles dans l'eau : les vacuoles y forment un système de canaux ou de petites sphères.

La phase de croissance cellulaire, qui succède à la phase embryonnaire, est surtout une phase d'hydratation ; c'est une phase de dilution des solutions vacuolaires; les vacuoles gonflent, se fusionnent et finissent généralement par former une grosse vacuole centrale.

Cette évolution des vacuoles est une évolution réversible : les cellules qui connaissent des périodes cycliques d'activité et de repos métaboliques, montrent des modifications cycliques de la morphologie de leur vacuome : nous en citerons comme exemple les cellules des graines étudiées par Guilliermond, les cellules glandulaires de *Drosera* ou d'autres plantes carnivores.

Dans les cellules à métabolisme actif, l'appareil vacuolaire reprend l'aspect d'un système de filaments ou de petites sphères.

Cette fragmentation de l'appareil vacuolaire a pour résultat d'augmenter considérablement les surfaces de contact cytoplasme-vacuoles ; or il semble bien que l'activité des échanges métaboliques soit d'autant plus grande que la surface du système vacuolaire est plus grande.

Ludford écrit : « L'augmentation de l'activité cellulaire est exprimée morphologiquement par une augmentation de surface des contacts : cytoplasme-mitochondries, et aussi par celle de la surface de l'appareil de Golgi. » Les récents travaux sur la composition des constituants cellulaires nous ont appris que les amino-acides, qui sont des éléments essentiels de la cellule, consistent pour la plupart en groupements actifs — COOH et — NH^2, liés à une chaîne hydrocarbonée de longueur variable. Au contact d'une phase aqueuse et à la surface d'une phase lipoïde, les groupements

— COOH, — N H^2 sont orientés vers la phase aqueuse, tandis que les radicaux hydro-carbonés sont orientés vers la phase lipoïde, dans laquelle ils plongent.

Or, comme le fait remarquer Parat, dans l'architecture cellulaire, la phase lipoïdique, c'est le chondriome (ou ensemble des mitochondries). La phase aqueuse, c'est le vacuome (l'appareil vacuolaire ou appareil de Golgi).

Nous devons donc nous attendre à voir les mitochondries juxtaposées aux vacuoles et en contact d'autant plus intime que le métabolisme est plus actif.

Cette juxtaposition, cette intrication des mitochondries et des vacuoles, que nous avons mise en évidence dans les cellules affectées par des maladies à virus, au cours de la phase d'excitation qui précède la phase de nécrose, nous la retrouvons constamment dans les cellules affectées par des parasites et qui manifestent une suractivité métabolique.

Nous connaissons beaucoup de parasites dont l'action sur les tissus hôtes est excitante, au moins au début. Cette excitation peut se manifester par l'hyperplasie ou par l'hypertrophie, mais elle peut se borner à exagérer l'activité mitochondriale ou plastidaire :

1° Dans les tissus des gousses de haricots infectés par le *Colletotrichum lindemuthianum*, la surabondance de l'amidon avait été depuis longtemps signalée. Nous avons montré qu'elle résulte de ce que de nombreuses mitochondries évoluent en amyloplastes dans les cellules affectées.

Dans les cellules parenchymateuses de choux, au voisinage des faisceaux vasculaires infectés par le *Bacterium campestre*, E. Smith avait signalé une surabondance de plastes, et nous avons observé qu'en effet de nombreuses mitochondries évoluent en plastes.

2° L'excitation parasitaire peut enfin prolonger au delà de la durée normale du cycle végétatif l'activité plastidaire des cellules affectées.

Les cellules rouillées d'Asphodèle qui restent vertes après que les cellules saines se sont décolorées montrent une fragmentation de leur vacuole en un système de petites vacuoles.

Dans les cellules rouillées de l'Asphodèle ou de l'*Arisoema*, le vacuome ne se fragmente qu'au voisinage immédiat des suçoirs; la plus grande partie du vacuome garde la forme de grande vacuole à contenu stable et colorable dans son ensemble par le rouge neutre.

La survie de la cellule infectée est concomitante d'une localisation des phénomènes de protéolyse au territoire cytoplasmiques immédiatement voisin du suçoir.

C'est à ce territoire que se limitent les phénomènes de protéolyse, de dégénérescence graisseuse et de fragmentation de l'appareil vacuolaire.

Cette localisation s'observe encore chez ceux des embryons d'orchidées qui tolèrent l'infection endophytique.

Des phénomènes de même ordre s'observent dans les bourgeons de *Rubus* infectés par le *Fusarium Rubi*, c'est-à-dire par un endophyte qui, hibernant dans les tissus méristématiques, contracte avec eux une association quasi symbiotique.

3° Plus importantes encore, sans doute, que les modifications morphologiques du vacuome, sont les modifications physico-chimiques de son contenu.

Nous avons signalé que, dans les cellules rouillées de l'Asphodèle ou de l'*Arisoema*, seules les petites vacuoles immédiatement voisines du suçoir forment des précipités vacuolaires sous l'influence du rouge neutre, tandis que le contenu des grandes vacuoles se colore sans précipités.

La formation plus facile et plus abondante de précipités vacuolaires semble résulter d'un enrichissement du contenu vacuolaire en composés phénoliques, car nous avons signalé que le bichromate de potasse précipite en jaune, et que l'acide osmique précipite en noir ce que le rouge neutre précipite en rouge.

4° L'étude des cellules de pommes de terre infectées par le *Phytophthora*, de châtaigniers infectés par le *Blepharospora*, nous montre que la mort atteint rapidement la cellule qui manifeste des troubles métaboliques étendus à l'ensemble du vacuome, mais que, à partir des cellules que son infection a tuées, le parasite peut infecter les cellules vivantes voisines, si ces cellules ont conservé un vacuome de cellule normale ou de cellule embryonnaire.

5° Si au contraire, avant même d'être infectée, et dès qu'elle est menacée par l'infection, la cellule accumule dans l'ensemble de son système vacuolaire une quantité importante de composés phénoliques, la mort de la cellule suit de près cette élaboration excessive, mais il s'en suit la mort du parasite.

BIBLIOGRAPHIE

1. — Beach (W. S.). The relation of *Bacterium Vignae* to the Tissues of the Lima Bean. (*Pennsylvania State College Bull.* 226, mai 1928.)

2. — Ben Hill (J.). The Migration of *Bact. tumefaciens* in the tissue of tomato plants. (*Phytopathology*, v. XVIII, p. 553, 1928.)

3. — Burkholder (W. H.). The Bacterial blight of the Bean, a Systemic disease. (*Phytopathology*, v. XI, p. 63, 1921.)
4. — Coon (H. J.). *Stain Technology*, v. III, 1928.
5[1]. — Dufrenoy (J.). Dégénérescence graisseuse et dégénérescence essentielle. (*C. R. Soc. Biol.*, 1918.)
5[2]. — Id. Sélection des blés résistant aux Rouilles. (*Rev. Gén. des Sc.*, 15 fév. 1921).
5[3]. — Id. Mycocécidies observées dans la vallée de Barèges. (*Rev. Path. Vég. et Ent. Agric.*, t. XIII, p. 51, 1926.)
5[4]. — Dufrenoy et Szymanek. Une maladie bactérienne du chou. (Ibid, v. XIII, p. 249, 1926.)
5[5]. — Dufrenoy (J.). Cytologie des cellules d'oignon parasitées par le *Peronospora Schleidenii*. (*C. R. Soc. Biol.*, v. XCVIII, p. 372, 1928.)
5[6]. — Id. Modifications des mitochondries et des plastides dans les cellules de feuilles de Haricots affectées par la Mosaïque. (*Ibid*, v. XCIII, p. 373, 1928.)
5[7]. — Id. Staining cell constituents in diseased plant tissues. (*Stain Technology*, v. III, p. 57, 1928.)
5[8]. — Id. Etudes cytologiques de Haricots. (*Rev. Path. Vég. et Ent. Agric.*, t. XV, p. 186, 1928.)
5[9]. — Dufrenoy et Gavis. Etudes cytologiques de Laitues infectées par le *Sclerotinia libertiana*. (*Ibid.*, t. XV, 1928, p. 300.)
6[1]. — Guilliermond (A.). Observations vitales sur le chondriome des végétaux. (*Rev. Gén. Bot.*, v. 31, p. 640, 1919.)
6[2]. — Id. Recherches sur l'appareil de Golgi et ses relations avec le vacuome. (*Arch. Anat. Microsc.*, v. 23, 1927.)
6[3]. — Id. Appareil de Golgi. (*C. R. Soc. Biol.*, t. XCVIII, p. 368, 1928.)
6[4]. — Id. Etat actuel de la question du vacuome. (*Am. Jour. Bot.*, t. XVI, 1929.)
7. — Ludford (R. J.). Vital staining of normal and malignant cells. (*Proc. Roy. Soc.*, sér. B, v. 103, 1928.)
8. — Matruchot et Molliard. Action du gel sur les cellules végétales. (*Rev. Gén., Bot.*, p. 522, 1902.)
9. — Mangenot. Sur la présence de vacuoles spécialisées dans les Monotropes. (*C. R. Ac. Sc.*, 1927.)
10. — Nixon (E. L.). The Migration of *Bac. Amylovorus* in Apple Tissue. (*Penn. St Coll. Bull.*, 212, 1927.)
11. — Paine (S. G.) et Nirula (R. L.). Studies in Bacteriosis. *Ann. Bot.*, v. XV, p. 47, 1928.)
13. — Petri (L.). I tumori batterici del Pino d'Aleppo (*Ann. R. Istituto sup. Forei*, v. IX, p. 41, 1924).
14. — Reddick (D.). Blight resistant potatoes. (*Phytopathology*, v. XVIII, p. 483, 1928.)
15. — Rice (M. A.). The haustoria of certain rusts. (*Bull. Torrey Bot. Club*, v. 54, pp. 63-153, 1927.)
16. — Rose (D. H.) et Hurd-Karrer (M.). Differencial staining of specialized cells. (*Plant Physiology*, v. II, p. 441, 1927.)
17. — Stakman (E. C.), Christensen (J. J.) et Brewbaker (H. E.). Physiological specialization *in Puccinia Sorghi*. (*Phytopathology*, v. XVIII, p. 345, 1928.)
18. — Scarth (G. W). The mechanism of accumulation of dyes by living cells. (*Plant Physiology*, v. I, p. 215, 1926.)
19. — Walker (C. E.). Artefacts as a guide to the chemistry of the cell. (*Proc. Roy. Soc.* ser. B, v. 103, p. 397, sept. 1928.)
20. — Wellensiek (S. J.). The nature of resistance in *Zea Mays* to *Puccinia Sorghi*. (*Phytopath.* XVII, p. 815-825. 1927.)

SUR DEUX HELMINTHOSPORIOSES DE L'ORGE

par

Et. FOEX
Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale

Et. ROSELLA
Préparateur à la Station Centrale de Pathologie végétale

I. — Un Piétin de l'Orge déterminé par *Helminthosporium sativum*

Caractères de la maladie

En mai 1928, au voisinage de Ben-Guérin, localité située sur un plateau très sec et sur la route de Casablanca à Marrakech, M. Laitier, ingénieur agronome, inspecteur de l'Agriculture, a bien voulu attirer notre attention sur une maladie de l'Orge, que nous avons ensuite retrouvée dans la région de Rabat.

La plante atteinte est petite, son épi est léger. Son aspect général rappelle, dans une certaine mesure, celui d'une céréale attaquée par l'*Ophiobolus graminis* (forme Piétin épi blanc) ou encore par le *Fusarium culmorum*. Mais, à la base de la tige, on ne voit ni les plaques noires de la première de ces espèces, ni le feutrage blanc (localisé au premier entre-nœud) de la seconde.

L'examen microscopique révèle l'existence d'un mycélium inter- ou intracellulaire distribué dans les diverses parties de la base de la tige. Les filaments mycéliens parcourent les cellules du liber, du parenchyme ligneux et s'observent dans les vaisseaux du bois. Souvent, les éléments cellulaires parasités aussi bien que ceux qui sont situés à proximité présentent des brunissements (Pl. II, fig. B°).

Dans la région corticale, le mycélium constitue des groupements pseudo-parenchymateux puissants, qui envahissent les cellules du parenchyme ou de l'épiderme, au point d'en remplir parfois la cavité tout entière. Le champignon forme alors une masse assez compacte, sous la pression de laquelle certaines parois cellulaires, notamment épidermiques, peuvent éclater (Pl. I, fig. A).

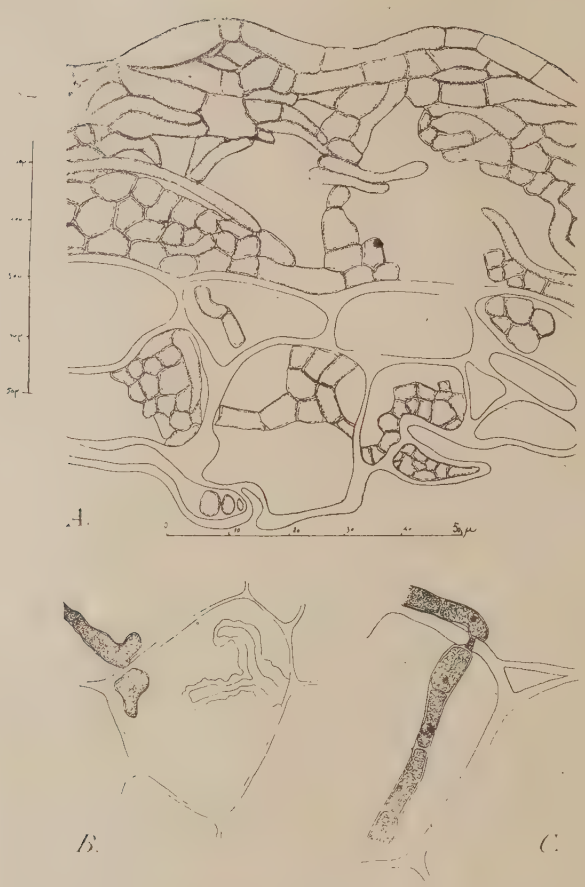


Fig. 1. — *Helminthosporium sativum.* — A) Coupe montrant une gaine mycélienne autour de la tige de Blé et des filaments mycéliens dans le parenchyme cortical.

C) mycélium, qui traverse, sans y déterminer de réaction, une paroi cellulaire située entre des cellules mortes (racine d'Orge infectée expérimentalement).

B) à droite, une gaine correspondant à une réaction produite alors que la cellule était encore vivante, et à gauche, un filament mycélien qui a traversé, sans y déterminer de réaction, une paroi après la mort des cellules qu'elle limite.

Identification du parasite

L'examen des tiges atteintes ne nous a pas permis d'y rencontrer de fructifications. Nous avons donc dû recourir aux cultures. Dans ce but, une stérilisation en surface des fragments prélevés sur les chaumes, envahis par le mycélium, est effectuée par passages dans les liquides suivants : alcool

à 90°, immersion rapide, bichlorure de mercure à 2 pour 1.000, une à deux minutes, lavage à l'eau stérile.

On ensemence ensuite sur gélose haricot, sur « quaker oat » et sur Pomme de terre. Deux jours après, à la température du laboratoire, on constate sur Pomme de terre des filaments blancs, qui bruniront quelques heures après : à ce moment, apparaissent des conidies brun-noirâtres, fusiformes, 4 à 8 fois septées, ayant 33 à 85μ sur 13 à 36 1/2, en moyenne, 50 à 60 μ sur 25 à 35 / (Pl. II, III). On ne trouve généralement qu'une seule conidie sur un conidiophore déterminé. Cependant, occasionnellement, on peut en rencontrer deux ou un plus grand nombre. Elles apparaissent au sommet de filaments conidiophores bruns septés, renflés à l'extrémité, pourvus de cellules de 100 à 150 μ de longueur et 3 à 6 μ d'épaisseur (Pl. II et III).

Fig. 2. — *Helminthosporium sativum*. — (Conidies et conidiophores obtenus en culture) :
A) conidiophore septé et renflé à l'extrémité, portant une jeune conidie.
B) une conidie affectée de dorsiventralité.
C) conidie germant en émettant deux tubes germinatifs à l'un des pôles.

On trouve parfois dans les conidies des anomalies de forme (incurvations), qui introduisent une certaine dorsiventralité.

La conidie germe par émission terminale d'un ou de plusieurs tubes (fig. 2).

A partir des conidies obtenues en culture, nous avons pu infecter des semis d'Orge, de Blé, tant en tubes qu'en pots.

Essais d'infection

1. — *Infection des plantes en tubes.* — Considérons le cas des inoculations portant sur la gaine, la tige, les racines.

Quelques-unes des jeunes plantes sont victimes d'une sorte de fonte. Chez d'autres, la végétation se poursuit assez longtemps, mais sur la gaine apparaissent bientôt des taches brunes, en même temps que jaunissent les racines.

Dans le cas de l'Orge, le mycélium passe de la gaine dans la tige, qui est tuée. Chez le Blé, l'attaque reste cantonnée dans la gaine.

L'examen de la tige et des racines d'une Orge, qui a ainsi succombé, montre que ces organes sont entièrement envahis par le mycélium, qui les pénètre dans toutes leurs parties et constitue ensuite sur toute leur surface une profusion de conidies d'*Helminthosporium sativum*.

Chez le Blé, où ainsi que nous l'avons vu, l'attaque reste cantonnée dans la gaine, les taches se présentent sous une forme ovale bien délimitée à la périphérie.

2. — *Infection des plantes en pots.* — Les plantes provenant de semis effectués en pots, le 30 juin 1928, sont inoculées le 18 juillet, en pulvérisant sur le feuillage de l'eau tenant en suspension des spores d'*Helminthosporium*. Celles prélevées dans les cultures sur gélose au Haricot donnent des résultats irréguliers, parfois négatifs. Est-ce dû à une faible richesse en spores de la suspension, ou à l'atténuation de la virulence sur ce milieu, ou à d'autres causes encore ?

Les feuilles des plantes chez lesquelles l'infection est ainsi réalisée, présentent, au bout d'environ trente-six heures, après l'inoculation, des taches allongées brunes, entourées d'une auréole claire, surtout apparente dans le cas des macules situées vers l'extrémité de la feuille.

Sur les gaines, les taches, après s'être desséchées, se couvrent de conidies.

Prélevées en vue d'ensemencement, celles-ci sont le point de départ de nouvelles cultures, dont les caractères macro et microscopiques sont les mêmes que ceux des cultures initiales.

Les tableaux montrent les caractères, tant des conidies provenant de

cultures (Pl. II), que des conidies qui ont été directement observées sur les feuilles infectées (Pl. III).

On voit que, morphologiquement, le champignon reste ce qu'il était en culture initiale.

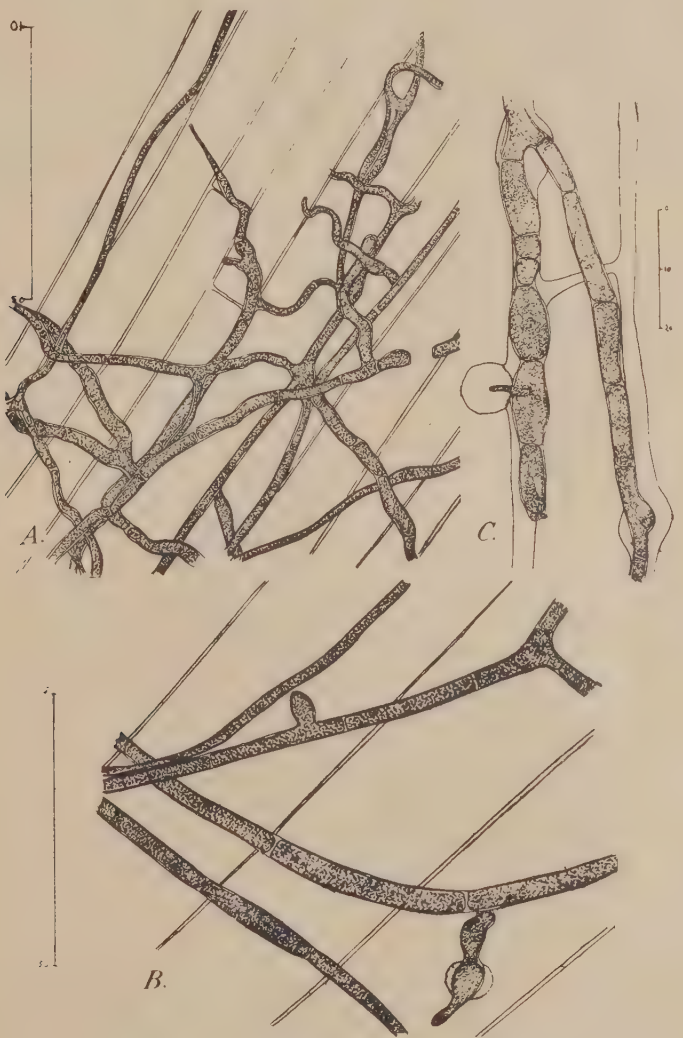


Fig. 3. — *Helminthoporium sativum.* — A) groupes de filaments mycélien entrelacés disposés à la surfoce d'une gaine d'Orge infectée expérimentalement.

B) groupe de filaments mycéliens disposés à la surface d'une gaine d'Orge et ayant constitué des appressoria. L'un de ceux-ci est en relation avec un bourrelet cicatriciel.

C) bourrelet cicatriciel sous un appressorium, filament grêle au centre d'un bourrelet.

Des particularités observées dans les infections expérimentales

Le mycélium forme à la surface des gaines un réseau mycélien, d'abord assez lâche, qui devient peu à peu plus dense, mais qui ne constitue cependant pas de plaques mycéliennes (fig. 3 A), telles que celles qu'on observe dans le cas du *Leptosphaeria herpotrichoides* ou de l'*Ophiobolus graminis*.

Les extrémités de ces filaments présentent parfois des terminaisons digitiformes qui rappellent un peu celles du mycélium de *Sclerotinia Libertiana* (fig. 4 A). Il n'est pas rare de voir sur le flanc des filaments mycéliens des prolongements pyriformes qui offrent quelque analogie avec les *appressoria* de *Leptosphaeria*, et qui semblent du reste jouer un rôle analogue à

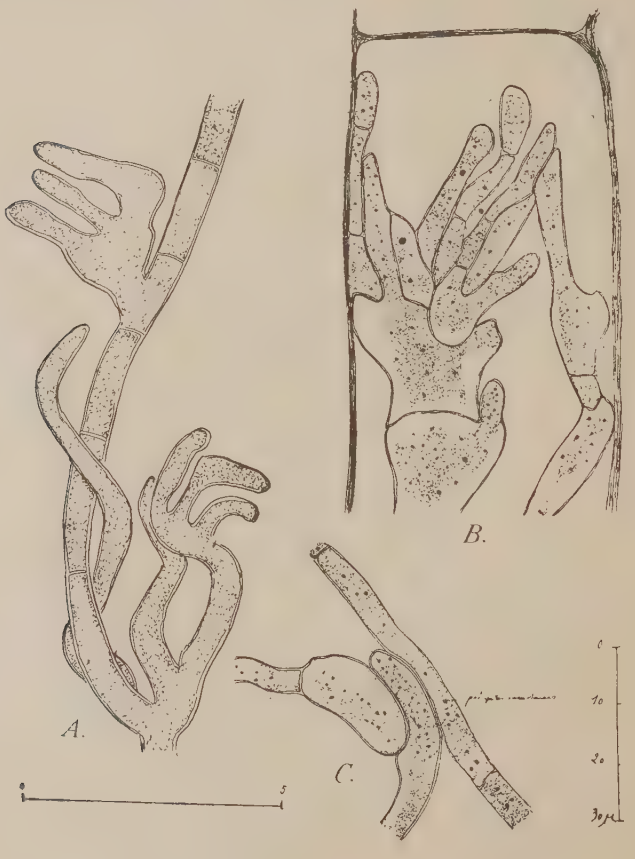


Fig. 4. — *Helminthosporium sativum*. — A) Filament mycélien situé à la surface d'une gaine infectée expérimentalement et ayant émis des prolongements digitiformes.

B) cellule renfermant des filaments mycéliens dont certaines terminaisons sont abondamment ramifiées.

C) filaments mycéliens intra-cellulaires ; des précipités vacuolaires ont été mis en évidence.

celui de ces derniers (fig. 3 B). En effet, au-dessous de certains de ces éléments, on voit des épaississements de la paroi qui correspondent, ainsi que nous le verrons, aux points de pénétration des rameaux mycéliens.

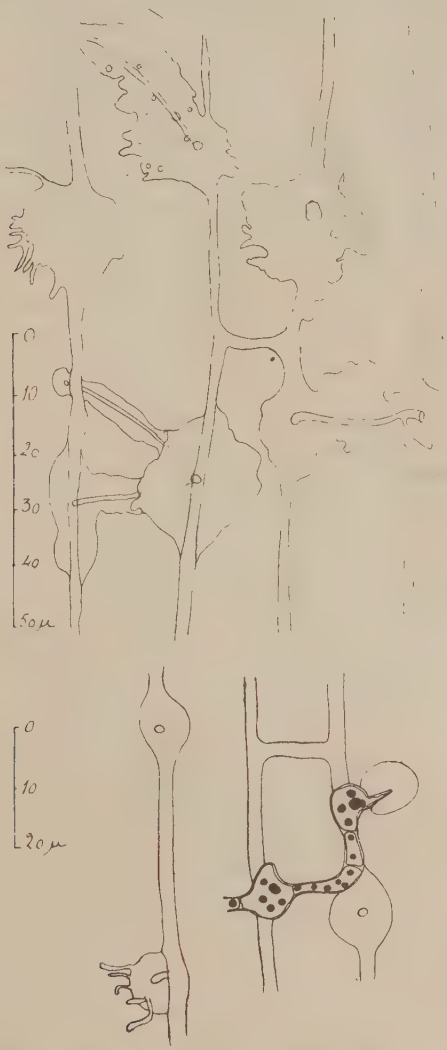


Fig. 5. — *Helminthosporium sativum.* — A) coupe longitudinale et tangentielle dans une gaine de Blé infectée expérimentalement. Bourrelets cicatriciels présentant une grande diversité de forme et de dimension ; certains résultent sans doute de la fusion de plusieurs bourrelets.

B) coupe longitudinaale et tangentielle dans une gaine de Blé infectée expérimentalement montrant les bourrelets réactionnels. Le rouge neutre à un dix millième a permis de colorer utilement le mycélium et de montrer que les cellules de l'hôte étaient mortes.

Les *appressoria* sont loin d'être particuliers au *Leptosphaeria herpotrichoides*. On les rencontre assez souvent chez les champignons dont le mycélium vit à la surface des organes à l'intérieur desquels il pousse soit des suçoirs (Erysiphacées, certaines Astérinées), soit des filaments mycéliens (*Leptosphaeria herpotrichoides, Alternaria* spec.).

Le réseau mycélien superficiel acquiert parfois une coloration brun foncé, caractère qui lui procure un aspect assez semblable à celui du *Leptosphaeria herpotrichoides* ou de l'*Ophiobolus graminis* (fig. 3 A).

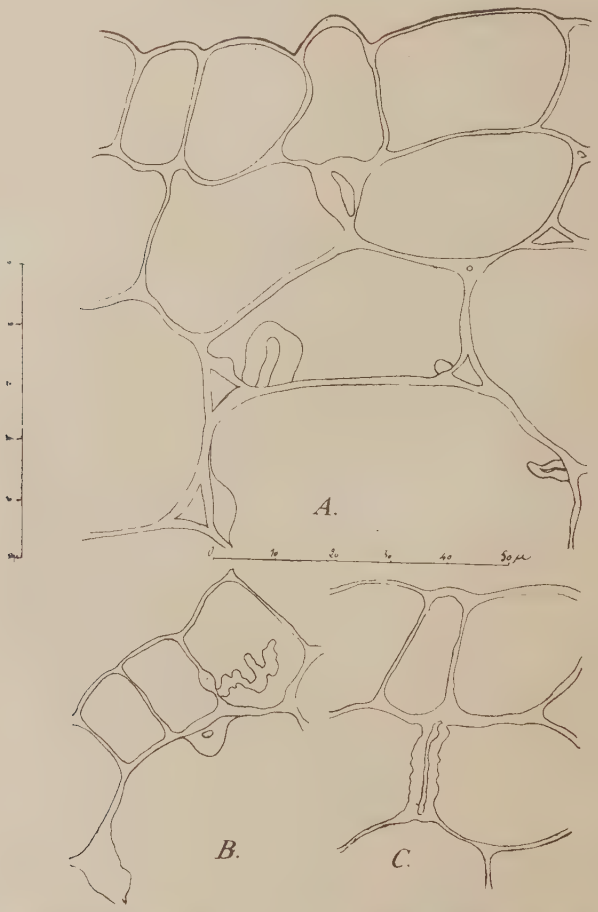
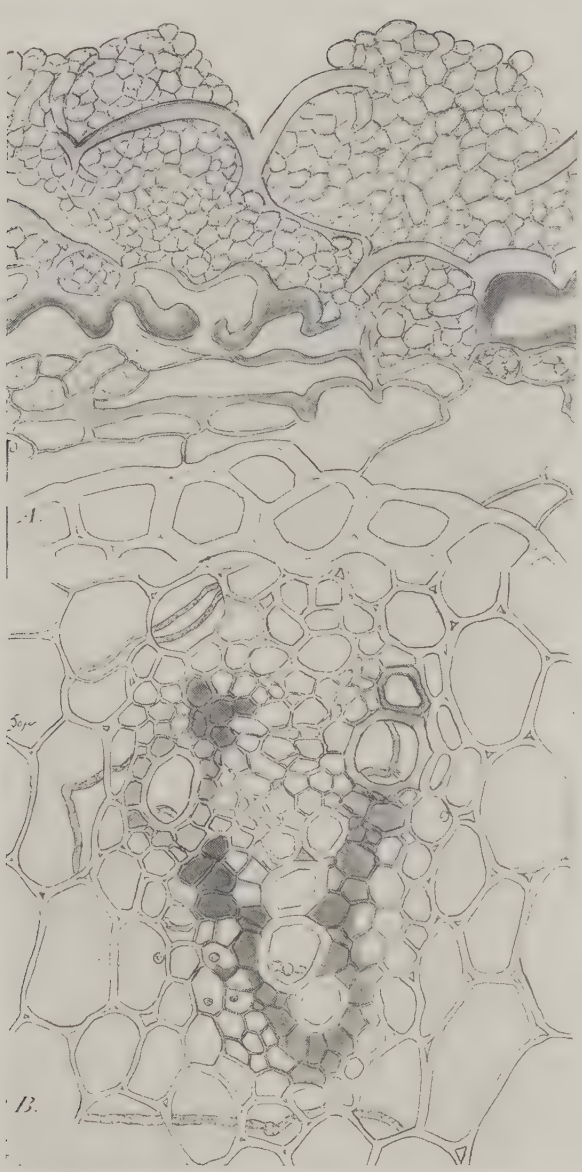


Fig. 6. — *Helminthosporium sativum*. — A) bourrelets réactionnels dans une jeune racine d'Orge infectée expérimentalement.

B) bourrelets réactionnels dans l'assise pilifère d'une racine d'Orge infectée expérimentalement.

C) gaine constituée par un épaississement des parois cellulaires de l'assise sous-pilifère.



Helminthosporium sativum.

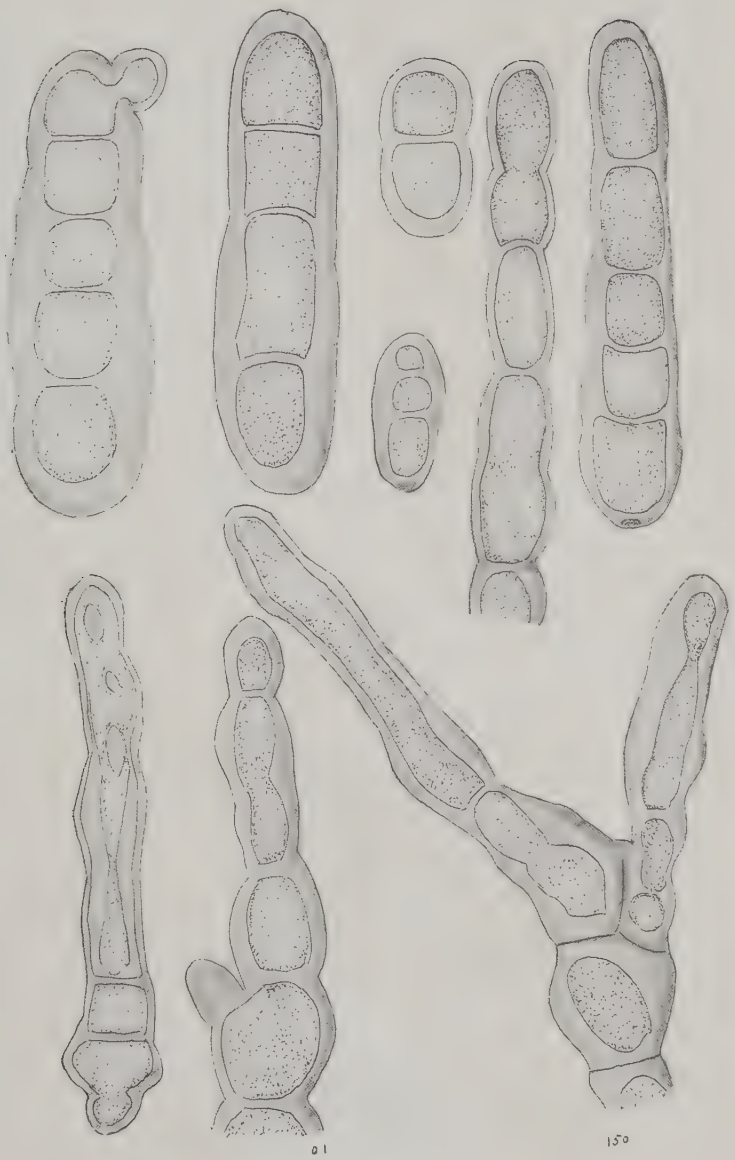
A) Masses mycéliennes pseudoparenchymateuses dans la région corticale d'une tige d'Orge.

B) Faisceau libéroligneux d'une tige d'Orge envahie par le mycélium.

Helminthosporium sativum. — Conidies obtenues en culture.

Helminthosporium sativum.

Conidies et conidiophores constitués sur une feuille d'Orge expérimentalement infectée.



Helminthosporium gramineum. — Conidiophores et conidies.

La pénétration, à travers les membranes de certaines cellules, provoque des épaississements (fig. 5, 6).

Ceux-ci sont, soit des boutons hémisphériques à surface lisse, soit encore de véritables boyaux, soit enfin, des masses de formes variées, dont certaines présentent des prolongements digitiformes irréguliers, qui rayonnent autour de la masse centrale (fig. 5).

Au centre des bourrelets hémisphériques (calottes) ou dans l'axe des boyaux allongés, on perçoit la lumière laissée par le passage du tube mycélien. Les masses irrégulières, qui sont percées de plusieurs orifices, correspondent sans doute à la fusion de plusieurs bourrelets (réactionnels (fig. 5 A). Du reste, c'est parfois sous forme d'un véritable canalicule, qui apparaît dans sa longueur, que se révèle le parcours du mycélium.

Ces épaississements s'observent soit sur les parois des assises épidermique ou pilifère (fig. 6 B), soit sur celles des cellules des parenchymes (fig. 6 A).

Parmi ces productions, il en est qui paraissent être provoquées par le cheminement du mycélium entre deux cellules voisines. On peut alors voir la paroi cellulaire s'épaissir, d'ailleurs irrégulièrement, sur toute sa surface (fig. 6 C).

Il est des cas où les parois des cellules de l'épiderme ou du parenchyme ne réagissent en aucune manière à la pénétration (fig. 1 C). Sans doute, cette absence de réaction ne se manifeste-t-elle que dans des cellules qui avaient déjà perdu leur vitalité, avant l'intrusion du mycélium.

Young a fait une très intéressante étude sur les « bourrelets » (callosités) que divers champignons (*Alternaria, Macrosporium* et surtout *Helminthosporium*) font apparaître sur la membrane de leur hôte. Sa description et ses figures correspondent avec ce que nous avons vu. Young n'est pas parvenu à déterminer la nature chimique de ces callosités.

Il n'a pas non plus pu établir avec certitude quel est le mécanisme de la formation de ces productions, qui n'apparaissent sous l'action ni de piqûres aseptiques, ni du filtrat de cultures d'*Helminthosporium sativum*.

Ce qu'on sait actuellement sur l'action pathogène de l'*Helminthosporium sativum*

Les méfaits exercés par ce champignons ont surtout été signalés et décrits en Amérique et en Italie.

Aux Etats-Unis Christensen, Evans, Henry, Stakmann, en Italie Peyronel, attribuent à cette espèce la destruction d'un pourcentage élevé de semis. Tous ces auteurs reconnaissent que ce champignon, qui possède du

reste sans doute un certain nombre de races, est polyphage et peut attaquer la plupart des céréales et un grand nombre de graminées.

Stevens a révélé l'existence dans l'Illinois d'un véritable Piétin du Blé déterminé par *Helminthosporium sativum*. La même maladie a été constatée sur cette céréale dans plusieurs autres régions des Etats-Unis.

Peyronel estime que l'*Helminthosporium sativum* peut être considéré comme la plus virulente des espèces qui attaquent le pied de céréales en Italie. De plus, c'est à ce champignon que ce savant attribue un grand nombre des cas de « Puntatura » (noircissement du tégument du grain au voisinage de l'embryon).

II. — Taches foliaires déterminées par un *Helminthosporium* du type *H. gramineum* R. Erik.

Dans toutes les régions que nous avons visitées au Maroc, les feuilles portent des taches brunes ovale allongé 5 mm. × 1 mm. 5 ou linéaires 7 à 10 mm. × 1 à 2 mm.

Sur ces dernières se dressent des conidiophores, généralement isolés, parfois groupés par deux, ayant une longueur de 85 à 9 μ et une largeur de 9 à 10 μ.

Les conidies sont brun jaunâtre, assez clair, elles ont 3 à 4 cloisons au niveau desquelles s'observent de rares constrictions. Leurs dimensions sont les suivantes : 75-85μ × 16-20 μ (Pl. IV).

Par la forme de ses taches, cet *Helminthosporium* est intermédiaire entre *H. gramineumm* (R) Erik. et *H. teres* Sacc. Ce champignon est du reste plus voisin de la première de ces espèces que de la seconde, dont il ne présente pas les macules à fond réticulé. Mais, la tache de l'*Helminthosporium* de l'Orge du Maroc est moins franchement linéaire que ne l'est celle de *H. gramineum*.

Par la distribution des conidiophores, l'*Helminthosporium* des taches foliaires du Maroc, se rapproche plus de *H. teres* (dont les conidiophores sont isolés ou groupés par deux ou par trois) que de *H. gramineum* (où les groupes de 2 à 6 conidiophores sont fréquents).

La rareté des étranglements de la conidie, au niveau des cloisons, rapprocherait l'*Helminthosporium* du Maroc de celui de *H. gramineum* et l'éloignerait de *H. teres*.

L'*Helminthosporium* que nous envisageons a des conidies beaucoup plus petites que celles de la dernière espèce et plus voisines, au point de vue des dimensions, de celles de la première.

Somme toute, malgré les quelques différences qui existent entre le parasite qui nous occupe et le *H. gramineum* type, c'est dans le cadre de cette espèce que nous croyons devoir le faire entrer.

Conclusions

Nous avons vu que dans certains pays, l'*Helminthosporium sativum* serait fréquent sur les graines et déterminerait souvent la fonte des semis.

En est-il ainsi au Maroc? Nous ne saurions l'affirmer.

Quoi qu'il en soit, étant donnée la fréquence dans ce pays de l'*Helminthosporium gramineum* aussi bien que de l'*Helminthosporium sativum*, qui passent pour être l'un et l'autre souvent véhiculés par la semence, il paraît assez indiqué de désinfecter celle-ci.

Dans ce but, on peut envisager l'emploi soit du formol, soit de certains sels mercuriques à acides organiques. De ces deux catégories de traitements, seul, le premier peut être conseillé en France. La législation française ne permet en effet pas de faire usage des sels de mercure.

En terminant, nous croyons devoir adresser à M. Mallet, Directeur général de l'Agriculture au Maroc, la respectueuse expression de notre reconnaissance. Nous sommes d'autre part heureux de remercier M. Regnier, Chef du Service de Défense des Végétaux, M. l'Inspecteur Principal Miège, Chef du Service d'Amélioration des Plantes, ainsi que MM. les Inspecteurs de l'Agriculture au Maroc, pour l'aimable accueil et les facilités qu'ils ont accordées à l'un de nous.

OBSERVATIONS BIOLOGIQUES SUR LES PARASITES DES COCCIDES DU NORD-AFRICAIN

(Contribution à l'étude des Coccides de l'Afrique mineure ; 5e Note [1])

par A. BALACHOWSKY

Chef de travaux à la Station centrale d'Entomologie

Introduction

L'étude des parasites des Insectes, et principalement des Insectes nuisibles à l'agriculture, présente un intérêt considérable tant au point de vue biologique qu'économique. Aussi nous a-t-il paru nécessaire de consacrer dans notre « Contribution à l'étude des Coccides de l'Afrique mineure » une note spécialement destinée à l'étude de la faune des parasites (prédateurs et endophages) vivant aux dépens des Coccides du Nord-Africain.

En plus d'une série d'observations personnelles faites en Algérie pendant plusieurs années consécutives, ce travail comprend aussi quelques renseignements empruntés à la bibliographie, et, notamment, la citation de toutes les observations faites par notre savant collègue M. P. de Peyerimhoff sur les Coléoptères coccidiphages de Berbérie.

Afin de donner un premier aperçu aussi étendu que possible sur l'ensemble de ce vaste sujet, il nous a paru indispensable de compléter cette note par quelques additions bio-géographiques indiquant la répartition de ces parasites dans le bassin Méditerranéen , la grosse majorité des Hyménoptères Chalcidiens cités n'étant même pas encore signalés en Afrique du Nord.

Nous insisterons principalement sur la biologie de ces Insectes coccidiphages, tout en nous étendant quelque peu sur les différentes applica-

(1) A. Balachowsky. Contribution à l'étude des Coccides de l'Afrique mineure. Note 1 (*Ann. Soc. Ent. Fr.* 1927, p. 172) ; Notes 2 et 3 (*Bull. Soc. Hist. Af. du Nd.*, p. 121 et 156) ; Note 4 (*Bull. Soc. ent. Fr.* 1928, p. 273).

tions d'ordre pratique qui ont été tentées çà et là en Algérie, pour lutter par la méthode biologique contre telle ou telle Cochenille pernicieuse.

Nos matériaux de Coléoptères ont été déterminés par M. P. de Peyerimhoff, Directeur de la Station entomologique d'Alger ; les Hyménoptères ont été confiés à M. R.-G. Mercet, entomologiste au Museum d'Histoire Naturelle de Madrid (1). Les Névroptères ont été examinés par M. Lestage, assistant à la Station biologique de Uccle-Bruxelles.

Nous sommes heureux de pouvoir remercier ici tous nos éminents collègues de l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée à l'accomplissement du présent travail.

COLEOPTERA

Fam. Nitidulidae.

Cybocephalus seminulum Baudi.

Les *Cybocephalus* sont de petits Nitidulides dont les mœurs étaient encore mal connues jusqu'à ces dernières années ; c'est Silvestri, qui le premier observa, en 1910, que *Cybocephalus rufifrons* Reitt. vivait en prédateur aux dépens de *Diaspis pentagona* Targ. (Cochenille du Mûrier), en Italie (1911). Depuis cette époque aucun autre exemple n'était venu confirmer les observations du savant entomologiste italien sur les mœurs de ces petits Insectes.

En 1925, au cours d'une mission dans le Sahara Constantinois ayant pour but d'étudier les maladies du Palmier-dattier, nous avons remarqué que *Cybocephalus flaviceps* Reitter et surtout *Cybocephalus seminulum* Baudi étaient des prédateurs très actifs de *Parlatoria Blanchardi* Targ. (Cochenille du Dattier), dans toute la région de l'Oued-Rhir (2). Grâce à l'action combinée de ces Nitidulides et d'une Coccinelle, *Pharoscymnus anchorago* Fairm. [cf. *infra*], les dégâts occasionnés par *Parlatoria Blanchardi* Targ. sont pour ainsi dire sans importance, dans toute la région précitée comme d'ailleurs dans les oasis de Laghouat, du Mzab et d'El-Goléa. (Notre mission de 1926).

Cette Diaspine dont l'origine orientale semble démontrée et dont la migration de l'Est à l'Ouest s'observe encore actuellement (Vayssière 1926), a été signalée pour la première fois en Afrique du Nord par R. Blanchard en 1869. Il semble certain qu'elle existait dans ces régions comme d'ailleurs dans le Djérid (Sud-Tunisien) depuis une époque beaucoup plus ancienne.

(1) Les Hyménoptères obtenus antérieurement à l'année 1926 ont été déterminés par M. Ch. Ferrière, assistant au British Museum de Londres.

(2) Géographiquement, cette région comprend les oasis qui s'étendent du Nord au Sud, de Biskra à Ouargla

C'est cette zone géographique que nous avons dénommée « zone d'invasion ancienne » (Balachowsky 1925 et 1927). Il n'en est pas de même en ce qui concerne la « zone d'invasion récente » représentée par la Palmeraie de Colomb-Béchar (Sud-Oranais) et le chapelet d'oasis qui s'étend au sud d'Adrar (Touat) jusqu'aux confins du Tanezrouft.

A Colomb-Béchar, *Parlatoria Blanchardi* fit brusquement son apparition vers l'année 1920, et envahit la palmeraie avec une vigueur tout à fait exceptionnelle, menaçant de faire périr près de 100.000 palmiers. Cet état de choses a été provoqué par le fait que les parasites naturels de *Parlatoria Blanchardi* n'existaient pas dans ce nouveau foyer. (Constaté au cours de notre mission de 1924.)

Afin d'atténuer les ravages provoqués par cette pernicieuse Cochenille, nous avons introduit au mois de juin 1925 (Balachowsky 1926) *Cybocephalus seminulum* Baudi et *Pharoscymnus anchorago* Fairm. dans la palmeraie de Colomb-Béchar. Depuis cette époque les prédateurs se sont fort bien acclimatés et multipliés à l'infini. (Constaté au cours de nos missions de 1925, 1926 et 1927.)

Si la palmeraie subit encore à l'heure actuelle l'attaque de *Parlatoria Blanchardi*, celle-ci s'est atténuée, on ne rencontre plus comme en 1924 et 1925 d'arbres mourants. Il nous semble cependant nécessaire de préciser ici que l'oasis de Colomb-Béchar est extrêmement mal tenue ; les Dattiers y poussent sans ordre, en touffes, avec la totalité de leurs « djebars » (rejets de souche), ce qui les épuise considérablement et les rend moins aptes à résister à l'attaque du Coccide. D'autre part la lutte biologique est rendue plus difficile de ce fait, car il semble bien que les deux prédateurs considérés soient héliophiles.

La palmeraie de Colomb-Béchar est à l'heure actuelle le seul foyer de *Parlatoria Blanchardi* existant dans le Sahara Orano-Marocain ; toutes les autres oasis de ces régions, comme d'ailleurs celles du Tidikelt, du Gourara et de la Saoura-Zousfana, sont absolument indemnes de Cochenille.

Cybocephalus seminulum est un Insecte strictement désertique, qui en dehors des localités que nous venons de citer plus haut, est signalé dans le Sud-Tunisien, en Tripolitaine, en Egypte, et mêmes au Mont-Sinaï (de Peyerimhoff 1926) ; ce petit Coléoptère doit vivre dans ces régions soit aux dépens de *Parlatoria Blanchardi*, soit d'autres Cochenilles du désert. Dans le Sud-Constantinois, ce Nitidulide possède plusieurs générations dans l'année ; ses larves n'apparaissent qu'au printemps, vers le mois d'avril, et se montrent alors en nombre sur les pinnules des Dattiers parasités ; leur forme est allongée, aplatie, et leur couleur varie du mauve au brun-rosé. Il est très facile de les observer cheminant lentement au milieu des colonies de *Parlatoria* dont elles perforent les follicules avec leurs mandibules ;

l'imago se rencontre toute l'année, même en hiver, mais il abonde surtout pendant la saison chaude (mai-octobre) ; c'est un petit Coléoptère noir, très brillant, de forme extrêmement bombée (Fig. 1).

Fig. 1. — Cybocephalus seminulum Baudi. — Prédateur actif de *Parlatoria Blanchardi* Targ. (Cochenille du Palmier-dattier), dans les oasis du Sud Algérien et Tunisien (× 30).

Pendant les journées d'orage et de grand vent, ces petits Insectes s'abritent dans le pli des pinnules. Les *Cybocephalus* sont d'excellents voiliers, et, vu leur légèreté, peuvent être transportés à de très grandes distances par les vents. *Cybocephalus seminulum* se distingue de ses congénères Nord-Africains par des antennes de dix articles au lieu de onze.

Cybocephalus flaviceps Reitter.

Ce *Cybocephalus* n'est pas une espèce strictement désertique comme la précédente. Si on le rencontre en abondance dans différentes palmeraies du Sahara septentrional attaquées par *Parlatoria Blanchardi* Targ. et notamment dans les oasis des Zibans (Biskra, Tolga, Sidi-Okba, etc.), il est également commun dans le Tell. Au Jardin d'essai d'Alger, il parasite toute l'année *Diaspis Zamiae* Morg. à la face inférieure des pinnules de *Cycas revoluta*. Il est répandu aussi, bien qu'à l'état isolé, dans les orangeries de la Métidja attaquées par *Chrysomphalus dictyospermi* Morg.

Fam. Coccinellidae.

Coccinella (Thea) thuriferae Sic.

Ce Coccinellide a été recueilli à deux reprises différentes par M. P. de Peyerimhoff (1926), dans la Cédraie de Sgag et sur le versant du Mamel (Djebel Aurès, 1.650 et 2.000 m. alt.), tant à l'état larvaire qu'adulte vivant en prédateur aux dépens de *Phenacoccus Peyerimhoffi* Vayss., Pseudococ-

cine spécifique de *Juniperus thurifera*, Genévrier localisé aux sommets de l'Atlas Saharien. Juillet 1920 [Fig. 2] (1).

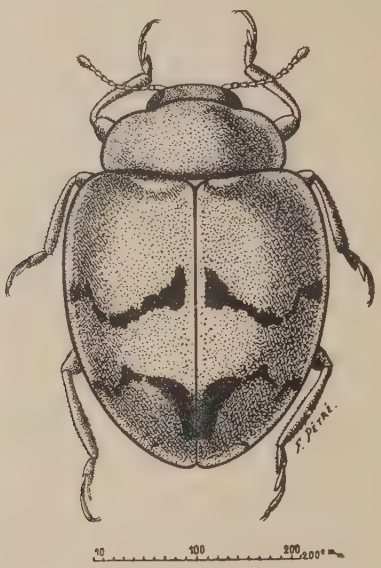


Fig. 2. — Coccinella (Thea) Thuriferæ Sic. — Vit en prédateur aux dépens de *Phenacoccus Peyerimhoffi* Vayss., Pseudococcine spécifique du *Juniperus thurifera*. (D'après un échantillon de la collection *P. de Peyerimhoff*).

Chilochorus bipustulatus L.

Ce prédateur est extrêmement commun en Afrique du Nord comme d'ailleurs dans tout le bassin méditerranéen, où il vit aux dépens d'un grand nombre de Cochenilles ; mais, en Algérie et en Tunisie, c'est *Aspidiotus hederae* Vallot qui constitue sa nourriture préférée. Nous l'avons presque toujours rencontré, et parfois même en très grande abondance, à tous les stades évolutifs, au milieu des colonies de ce Coccide, sur les végétaux formant son habitat normal, tels que les Agaves, le Caroubier, l'Olivier, l'Acacia cyanophylla, etc.

Ce prédateur joue certainement un rôle actif dans la limitation des foyers d'*Aspidiotus hederae* et son action serait encore plus complète s'il n'était lui-même hyperparasité par des Hyménoptères endophages dont nous avons fréquemment trouvé les dépouilles dans le corps de ses nymphes vides et desséchées.

(1) Nous remercions vivement M. F. Pétré, dessinateur à l'Institut des Recherches Agronomiques, pour les magnifiques figures de *Coccinellidae* qu'il a bien voulu exécuter d'après nature, avec une rare précision.

Chilochorus bipustulatus parasite également *Chrysomphalus dictyospermi Morg.* et *Parlatoria ziziphi* Lucas dans toutes les orangeraies du Tell où ces Cochenilles abondent, mais il ne s'y rencontre surtout qu'à l'état adulte et isolé ; il en est de même en ce qui concerne les foyers de *Chrysomphalus aonidum* L. limités jusqu'à présent aux environs immédiats de la ville d'Alger.

Enfin, nous avons observé également que cette Coccinelle pouvait vivre aux dépens d'autres Cochenilles telles que : *Parlatoria Pergandei* Comst., *Hemiberlesia cammeliae* Comst., *Lepidosaphes ulmi* L., *Saissetia oleae* Bernard, etc., mais toutes ces espèces comparées à *Aspidiotus hederae*, ne constituent pour *Chilochorus bipustulatus*, que des hôtes secondaires.

Exochomus anchorifer All.

Ce prédateur est très répandu dans le Tell et se rencontre vers le Sud jusqu'aux confins de l'Atlas Saharien. Il est signalé par M. P. de Peyerimhoff (1926, p. 333) comme un Coléoptère strictement coccidiphage, s'attaquant indifféremment aux Diaspines, Lécanines et Monophlébines [Fig. 3].

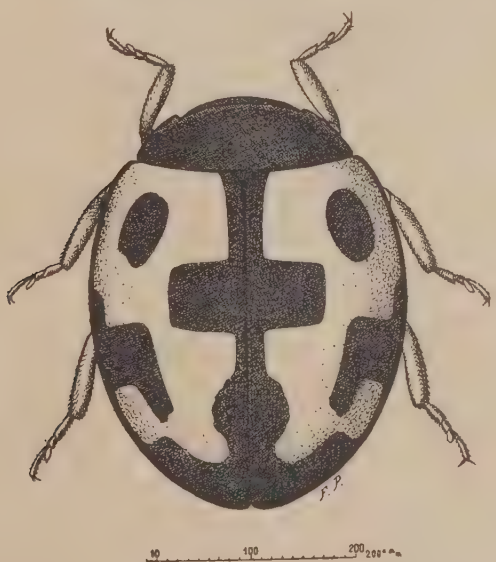


Fig. 3. — Exochomus anchorifer All. — Prédateur polyphage de Coccide en Afrique du Nord. (D'après un échantillon de la collection *P. de Peyerimhoff*).

Cet auteur en a observé à plusieurs reprises la larve et l'imago tant sur les sommets de l'Aurès (Cédraies de Sgag), parasitant *Phenacoccus Peyerimhoffi* Vayss sur *Juniperus thurifera*, et *Stotzia striata* Marchal sur *Ephe-*

dra nebrodensis, que dans le Tell, vivant aux dépens de *Gueriniella serratulae* F. sur *Erica arborea* dans le massif des Mouzaïa, et *Chionaspis ceratoniae* Marchal sur *Ceratonia siliqua* à Brahim (env. de Mostaganem).

Exochomus pubescens Kust.

Nous n'avons observé qu'une seule fois cette Coccinelle dévorant les œufs et les jeunes larves de *Gueriniella serratulae* F., abritées dans l'ovisac maternel, sur le tronc d'un vieil Olivier (Maison-Carrée, août 1926). Cette espèce semble surtout aphidiphage, sa larve, de couleur blanche, peut être confondue à première vue avec des Cochenilles du genre *Pseudococcus*, par ses prolongements cireux latéraux. Elle se rencontre très fréquemment en été sur les Fèves parasitées par les Pucerons

Novius (Macronovius) cardinalis Muls.

Cette Coccinelle australienne dont le parasitisme est classique, a été successivement introduite et acclimatée aux Etats-Unis (Californie), en Afrique du Sud, Mexique, dans les régions Circa-méditerranéennes de l'Europe, et enfin en Algérie depuis l'année 1920 (Marchal 1913), pour combattre *Icerya Purchasi* Mask., Monophlébine polyphage, également d'origine australienne, qui cause de gros dégâts aux orangeries.

Ce prédateur est absolument acclimaté en Algérie où désormais il doit être considéré comme faisant partie de la faune ; il limite avec une très grande rapidité et parfois en quelques semaines de très importants foyers d'*Icerya Purchasi*. [Fig. 4.]

Nous avons constaté que la période d'activité de ce prédateur, ne se manifeste dans les environs d'Alger que pendant la belle saison (mai-octobre), durant laquelle de nombreuses générations se succèdent. A l'approche de l'hiver (fin octobre-début novembre), l'adulte de la dernière génération s'enfouit sous les feuilles mortes ou autres débris organiques pour hiverner. Nous avons plusieurs fois eu l'occasion de recueillir l'imago dans ces conditions, complètement engourdi, mais néanmoins parfaitement vivant. Malgré nos recherches, nous n'avons jamais constaté la présence de ce Coccinellide dans les foyers de *Gueriniella serratulae* F., avoisinant ceux d'*Icerya Purchasi;* ce fait semble confirmer que *Novius cardinalis* est un prédateur spécifique des Coccides du genre *Icerya*, dont il dévore les œufs et les jeunes larves amassés dans l'ovisac maternel.

Novius cruentatus Muls.

Ce *Novius* est signalé par M. P. de Peyerimoff comme un Coléoptère coccidiphage ou aphidiphage ; cet auteur l'a recueilli à plusieurs reprises

mais toujours à l'état isolé, sur le Cèdre et le Pin d'Alep dans divers massifs montagneux d'Algérie (1926, p. 335). Il est très possible, comme le suggère notre savant collègue, qu'il vive en prédateur aux dépens de

Fig. 4. — Novius cardinalis Muls. — Rameau d'Oranger attaqué par *Icerya Purchasi* Mask. On aperçoit, cheminant sur les feuilles les larves de *Novius cardinalis* [*l*] dévorant les jeunes Cochenilles localisées le long des nervures et ses nymphes [*n*] fixées au feuillage. — Boufarik, juillet 1925 (1/2 gr. nat.).

Monophlaebus fuscipennis Bürm., Monophlébine également rare, que nous avons eu l'occasion de recueillir ensemble au nombre de quelques individus, au cours d'une agréable journée de chasse entomologique, passée dans le massif des Mouzaïa (10 mai 1927).

Hyperaspis (Oxynichus) guttulatus Fairm.

M. P. de Peyerimhoff a récolté ce prédateur à Sgag (Dj. Aurès), vivant aux dépens de *Stozia striata* Marchal sur *Ephedra nebrodensis;* les larves

de cette espèce associées à celles d'*Exochomus anchorifer* All. [cf. *supra*] étaient... « plongées dans l'ovisac de la femelle, y dévorant les œufs, sans toucher au corps de la mère... » (19 juin 1920) ; l'élevage de ces larves donna des adultes dont l'éclosion eut lieu en juillet (1926, p. 335).

Hyperaspis guttulatus est une Coccinelle rare, connue seulement du département de Constantine et de Tunisie [Fig. 5].

Il existe en Europe et en Amérique, d'autres espèces d'*Hyperaspis* coccidiphages, jouant un rôle intéressant dans la limitation de certaines Cochenilles nuisibles.

Fig. 5. — Hyperaspis (Oxynichus) guttulatus Fairm. — Prédateur spécifique de *Stotzia striata* Marchal. (D'après un échantillon de la collection *P. de Peyerimhoff*).

Scymnus Kiesenwetteri Muls.

Cette Coccinelle a été récoltée à plusieurs reprises parasitant *Trabutina elastica* Marchal, Pseudococcine vivant dans le Sahara Occidental et Oranais (P. Marchal, 1904), sur diverses espèces de *Tamarix* (à l'exception de *T. articulata* Vahl.). Les larves de *Scymnus* pénètrent à l'intérieur des coques de la Cochenille pour y dévorer les pontes qui y sont amassées. (Colomb-Béchar, janv. 1926 ; env. de Beni-Abbès, mai 1926.) [Fig. 6].

Scymnus Kiesenwetteri affectionne également une grosse Pseudococcine d'aspect cotonneux, non encore décrite, mais appartenant au genre

Naiococcus Green, que nous avons récoltée à plusieurs reprises, tant sur le littoral (environs d'Alger, août 1926), que sur les Hauts plateaux et dans la région saharienne. (Msila, octobre 1926 ; Biskra, juin 1928.)

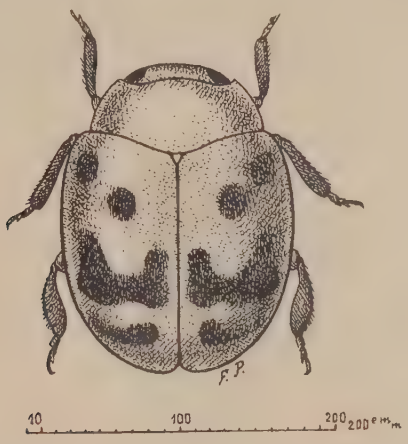


Fig. 6. — Scymnus Kiesenwetteri Muls. — Prédateur actif des Pseudococcines spécifiques des *Tamarix*. (*Trabutina* et *Naiococcus*.)

***Pharoscymnus setulosus* Muls.**

Plusieurs individus adultes de cette espèce ont été recueillis par notre collègue M. A. Blanck parasitant des colonies d'*Aspidiotus hederae* Vallot, fixées sur les tiges de *Thymelea hirsuta* dans les dunes maritimes de Maison-Carrée. (Octobre 1927.) Nous avons également observé à plusieurs reprises cette petite Coccinelle sur divers *Cupressus*, et sur *Callitris articulata* parasitant *Chionaspis striata* Newst., Diaspine spécifique des Conifères, très répandue en Algérie.

***Pharoscymnus anchorago* Fairm.**

Ce Coléoptère, associé à *Cybocephalus seminulum* Baudi [cf. *supra*], vit en prédateur aux dépens de *Parlatoria Blanchardi* Targ (Cochenille du Dattier), dans les oasis de l'Oued Rhir, du Djerid, du Mzab et d'El-Goléa, où il joue un rôle actif et prépondérant dans sa limitation. (Balachowsky. 1925 et 1927.)

L'imago se rencontre toute l'année [Fig. 7], mais abonde surtout pendant la saison chaude (mai-octobre), tandis que ses larves n'apparaissent guère qu'à partir du mois d'avril ; elles sont de couleur noir-violacée, de

forme globuleuse et légèrement élargies postérieurement. Plusieurs générations se succèdent du printemps à l'automne.

Pharoscymnus anchorago a également été introduit dans la palmeraie de Colomb-Béchar, où il n'existait pas, pour combattre *Parlatoria Blanchardi* qui a très vigoureusement envahi cette oasis depuis une dizaine d'années. [*Loc. cit.* p. 281.] Bien que l'acclimatation de la Coccinelle soit

Fig. 7. — Pharoscymnus anchorago Fairm. — Prédateur actif de *Parlatoria Blanchardi* Targ. dans les oasis du Sud algérien et tunisien.

réalisée à l'heure actuelle, il est à remarquer qu'elle se rencontre moins abondamment dans la palmeraie de Colomb-Béchar que dans celles de l'Oued Rhir ; cet état de chose se manifeste d'ailleurs également à El-Goléa, où on ne la trouve que clairsemée sur les Dattiers parasités. (Avril 1926.)

A Djammah (Territoire de Touggourt), nous avons surpris *Pharoscymnus anchorago* dévorant des colonies de *Phoenicococcus Marlatti* Ckll., autre Cochenille spécifique du Palmier-dattier, toujours fixée à la base des gaines de ses feuilles.

Pharoscymnus anchorago est une espèce strictement désertique tandis que *Pharoscymnus setulosus* (cf. *supra*) est localisé au Tell.

Cryptolœmus Montrouzieri Muls.

Ce prédateur d'origine australienne qui a été introduit à Menton (P. Marchal. 1922) et en Egypte (W.J. Hall. 1926) n'a pas encore pu être acclimaté en Algérie, malgré plusieurs tentatives faites dans ce but.

Si l'insecte s'accouple et manifeste une certaine activité pendant la belle saison, il disparaît très rapidement en hiver.

Nous citons simplement à titre historique, que c'est le Docteur L. Trabut qui fit les premiers essais d'acclimatation de *Cryptolaemus* en Algérie, en

1912, au Jardin d'Essai d'Alger, pour lutter contre *Pulvinaria Psidii* Mask., Lécanine exotique nuisible à un très grand nombre de plantes ornementales de ce magnifique parc.

Un autre essai effectué sur une grande échelle fut tenté dans la plaine de Bône, par le Service de la Défense des Cultures du Gouvernement général, en février 1925, pour lutter contre *Pseudococcus vitis* Nied, qui avait très fortement envahi un vignoble de 300 hectares. Toutes ces tentatives ont échoué. *Cryptolaemus Montrouzieri* ayant rapidement disparu des foyers de contamination (fig. 8).

Fig. 8. — Larves de *Cryptolaemus Montrouzieri* Muls. [*l*] dévorant une colonie de *Pseudococcus citri* Risso. sur Citron. Alger, 1924. (Grandeur naturelle.)

Il semble *a priori* que le climat du Nord de l'Afrique, où le thermomètre descend souvent aux environs de 0° en hiver, même dans les régions du littoral (1), ne convienne pas à cet Insecte originaire d'un pays à tempé-

(1) Il n'est pas rare en effet de voir, même à Alger, le thermomètre se maintenir aux environs de 0° les nuits d'hiver, un peu avant le lever du soleil.

rature plus douce. Aux îles Hawaï, *Cryptolaemus Montrouzieri* s'est fort bien acclimaté et joue un rôle bienfaisant dans la limitation des foyers de plusieurs Cochenilles nuisibles.

HYMENOPTERA

Fam. Chacididae.

S. F. Aphelinidae

Aphelinus chrysomphali Mercet.

Cet ectophage vit presque exclusivement aux dépens de *Chrysomphalus dictyospermi* Morg. en Algérie. Nous avons déjà eu l'occasion d'insister sur le rôle bienfaisant de cet Aphelinide, qui arrive à limiter dans de très sensibles proportions les dégâts du « Pou Rouge » dans diverses orangeries de la Métidja (Balachowsky, 1927). A Boufarik, par exemple, dans plusieurs domaines (Pépinières Dejouanny), où *Aphelinus chrysomphali* abonde, *Chrysomphalus dictyospermi* existe depuis une vingtaine d'années sans causer de dégâts appréciables. Dans d'autres plantations, par contre, comme à Beni-Mered, Blidah, Chebli, etc., cette pernicieuse Diaspine fait chaque année de sérieux ravages qui ne peuvent être conjurés que par des traitements chimiques. *Aphelinus chrysomphali* apparaît assez tardivement au printemps, et, si nous l'avons toujours obtenu en « masse » au cours de nos élevages, ce ne fut jamais qu'à partir du mois de juin.

Boufarik (Métidja), sur *Citrus aurantium* : 12 juin 1926, 18 juin 1926, 10 juin 1927, 29 juin 1927, 1er juillet 1927, 19 juin 1928, 3 juillet 1928.

Beni-Mered (Métidja), sur *Citrus japonica* : 14 juin 1928.

Nos collègues J. de Lepiney et J. Mimeur, entomologistes à l'Institut Scientifique Chérifien, qui étudièrent les parasites de *Chrysomphalus dictyospermi* au Maroc, n'y trouvèrent pas *Aphelinus chrysomphali* (*in litteris* 1928). Aussi, afin de tenter l'acclimatation de cet auxiliaire sur la côte atlantique du Maroc, où les orangeries sont fortement éprouvées chaque année par le « Pou Rouge », leur avons-nous adressé quelques colonies de *Chrysomphalus dictyospermi* parasitées par *Aphelinus chrysomphali*, prêts à éclore.

Ce Chalcidien a été également obtenu, en très petite quantité, de *Chrysomphalus aonidum L.* vivant sur *Citrus* au Jardin d'essai d'Alger (juin 1927), mais ce cas semble exceptionnel, cette Diaspine n'étant pour ainsi dire pas attaquée par les Hyménoptères parasites en Algérie (Balachowsky, 1928).

Aphelinus chrysomphali est signalé à Menton, par Poutiers, comme étant le parasite le plus courant de *Chrysomphalus dictyospermi* sur la Côte

d'Azur ; R. G. Mercet le mentionne en Espagne, aux îles Baléares, en Grèce et à Corfou, vivant aux dépens de cette même Cochenille. Enfin, il est également commun en Italie et quelques autres pays circa-méditerranéens.

Aphelinus longiclavae Mercet.

Cet Aphélinide semble commun en Algérie où nous l'avons recueilli à plusieurs reprises au cours de nos élevages, mais chaque fois au nombre de quelques individus.

1° D'*Aspidiotus heredae* Vallot, vivant sur *Acacia cyanophylla*, à Sidi-Ferruch (14 mars 1928) ; 2° de *Chrysomphalus dictyospermi* Morg. sur *Citrus aurantium*, à Boufarik (juin 1926 et juin 1928), associé à *Aphelinus chrysomphali* Mercet ; 3° de *Diaspis zamiae* Morg., sur *Cycas revoluta*, au Jardin d'essai d'Alger (mars 1927, mars-avril 1928) ; 4° de *Chionaspis Berlesei* Leon., sur *Asparagus alba*, aux environs de Blidah (15 juillet 1928) en petite quantité.

Aphelinus longiclavae est signalé en Espagne par R. G. Mercet (1912, p. 76) vivant aux dépens d'*Aspidiotus hederae* Vallot ; Poutiers l'a également recueilli de cette Diaspine et de *Chrysomphalus dictyospermi* à Menton. H. Parker en a étudié la larve (1924) dans cette même région. Cet ectophage est répandu dans toute la partie occidentale du bassin méditerranéen où il parasite un grand nombre de Diaspines; son importance au point de vue économique n'en semble pas moins secondaire.

Aphelinus diaspidis How.

Eclos en très grande quantité d'un élevage de *Diaspis calyptroïdes* Costa, vivant sur raquettes d'*Opuntia tomentosa* au Jardin d'essai d'Alger (janvier-mars 1928).

C'est un ectophage cosmopolite parasitant différentes espèces de Diaspines ; il est signalé au Japon, aux Etats-Unis, dans diverses régions de l'Europe, etc. Il a été introduit autrefois en Italie (Mercet, 1912) pour combattre *Diaspis pentagona* Targ., Cochenille très nuisible au Mûrier (fig. 9).

Aphelinus maculicornis Masi.

Cet Aphélinide joue un rôle très actif dans la limitation de *Parlatoria Pergandei* Comst., en Algérie, et c'est très vraisemblablement grâce à l'action de cet Hyménoptère que les dégâts occasionnés par cette Diaspine y revêtent généralement un caractère bénin.

Parlatoria Pergandei apparaît brusquement au tout premier printemps et envahit avec vigueur le feuillage et les rameaux de différents arbres frui-

tiers et plantes ornementales (*Citrus sp.*, *Evonymus japonica*, *Eriobothrya japonica*, *Laurus nobilis*, etc.), mais à partir des mois de mai et juin il se trouve rapidement limité par *Aphelinus maculicornis*.

Cet ectophage a été obtenu à plusieurs reprises et chaque fois en abondance de nos élevages de *Parlatoria Pergandei* (Alger, 15 février 1928, sur *Hibiscus rosa-sinensis ;* Alger, 16 mars 1928, sur *Evonymus japonica ;*

Fig. 9. — Aphelinus diaspidis How. — Parasite ectophage de *Diaspis calyptroïdes* Costa. (Long. du corps=0,8 mm.)

Fort-de-l'Eau (Alger), 17 mars 1927, sur *Citrus nobilis ;* Birkadem (Alger), sur *Eriobothrya japonica*. Cet ectophage a également été receueilli en un petit nombre d'exemplaires de *Chrysomphalus dictyospermi* Morg., vivant sur *Citrus* à Alger (3 juillet 1928), et d'*Aspidiotus hederae* Vallot (4 mai 1928) fixés sur baies de *Crataegus*. Poutiers (1928) signale ce Chalcidien sur la Côte d'Azur parasitant ces mêmes Diaspines. R. G. Mercet l'a observé en Espagne où il le considère comme un parasite actif de *Parlatoria Pergandei* (1928). Masi l'a décrit d'Italie. *Aphelinus maculicornis* apparaît donc comme une espèce méditerranéenne affectionnant particulièrement *Parlatoria Pergandei* Comst. en Algérie.

Aphelinus mytilaspidis Baron.

Cet ectophage a été observé en Kabylie par le Dr L. Trabut, comme un parasite actif de *Lepidosaphes conchyformis* Gmelin, Diaspine spécifique du Figuier cultivé 1912). Nous l'avons obtenu en petite quantité de *Lepidosaphes ulmi* L. vivant sur *Ficus carica* au Jardin d'essai d'Alger (5 octobre 1927), mais cette dernière espèce est plus fréquemment parasitée par un Encyrtide, *Chiloneurinus microphagus* Mayr. [Cf. infra.]

Aphelinus mytilaspidis Bar. nous est également éclos en très grande

abondance d'un élevage de *Chionaspis Berlesei* Leon., sur *Asparagus alba* provenant des dunes maritimes de Sidi-Ferruch (département d'Alger), 15 mai 1927.

Cet Hyménoptère est très répandu dans le bassin méditerranéen, où il parasite un grand nombre de Diaspines ; sa présence a été signalée en Espagne, en France, aux îles Baléares, en Mésopotamie, aux Etats-Unis, à Ceylan, etc.

P. A. Buxton l'a recueilli dans l'Irak de *Parlatoria Blanchardi* Targ. (Rao-Sahib, 1912). Malgré de très nombreux élevages entrepris dans le but de rechercher toute la gamme des parasites susceptibles de vivre aux dépens de cette Diaspine dans les oasis du Sahara algérien, nous n'avons jamais pu recueillir le moindre Hyménoptère endophage. Au cours de nos missions dans les Territoires du Sud, nous n'avons jamais constaté non plus, dans les follicules de *Parlatoria Blanchardi*, de petites perforations circulaires, indice de parasitisme.

Aspidiotiphagus citrinus How.

En Algérie, cet Aphélinide est avant tout un parasite d'*Aspidiotus hederae* Vallot ; il abonde dans toute la zone littorale et sublittorale du département d'Alger, où nous l'avons recueilli dans presque tous nos élevages et la plupart du temps en très grande abondance :

Sur baies de *Crataegus*, Alger, 24 avril 1928 ;

Sur *Acacia cyanophylla*, Alger, 4 mai 1928 ;

Sur *Acacia cyanophylla*, Blidah, 10 juin 1928 ;

Sur *Ceratonia siliqua*, Sidi-Ferruch, 26 avril 1928 ;

Sur *Olea europea*, environs de Marengo, 2 avril 1928 ;

Sur *Olea europea*, Boufarik, 2 juin 1927.

Cet Hyménoptère semble surtout commun au printemps et en été : son éclosion n'a jamais été constatée en hiver.

Aspidiotiphagus citrinus vit également aux dépens de *Chrysomphalus dictyospermi* Morg., duquel nous l'avons obtenu à plusieurs reprises mais presque toujours associé à *Aphelinus Chrysomphali* [Cf. supra], ce dernier parasite restant toujours dominant dans les élevages :

Sur *Citrus*, Boufarik : juin 1926, 10 avril 1928, 30 avril 1928.

Enfin, cet endophage a été recueilli en petite quantité de diverses Diaspines, notamment de *Lepidosaphes ulmi* L. vivant sur *Ficus carica ;* de *Fiorinia Fioriniae* Targ. sur *Laurus nobilis*, au Jardin d'essai d'Alger (avril-juin 1928) ; de *Chionaspis Berlesei* Leon., sur aiguilles d'*Asparagus alba*, aux environs de Blidah (17 juillet 1928).

Aspidiotiphagus citrinus est signalé par Poutiers comme le parasite

le plus courant d'*Aspidiotus hederae* sur la Côte d'Azur ; cet auteur l'a également recueilli à Menton de *Chrysomphalus dictyospermi* Morg.

R. G. Mercet le signale vivant aux dépens d'*Aspidiotus hederae* et de différentes autres Diaspines en Espagne (1912). Berlese l'a observé en Italie et en Corse. Enfin, cet Aphélinide est mentionné par divers auteurs comme existant dans différents pays tropicaux et sub-tropicaux (Ceylan, Brésil, Etats-Unis, etc.).

Aspidiotiphagus citrinus apparaît donc comme un endophage cosmopolite ayant une préférence marquée pour les Diaspines du genre *Aspidiotus* Bouché.

Aspidiotiphagus Lounsburyi Berl. et Paoli.

Cet Aphélinide a été décrit de Madère par Paoli, qui le considère comme un parasite très actif de *Chrysomphalus pinnulifera* Mask. et *Chrysomphalus dictyospermi* Morg. (1922). Cet entomologiste, en se basant sur les observations qu'il a faites dans cette île, conseilla vivement, il y a quelques années, d'introduire cet endophage dans toutes les régions circa-méditerranéennes éprouvées par *Chrysomphalus dictyospermi* Morg. afin de combattre cette pernicieuse Diaspine par les méthodes biologiques. Des essais d'acclimatation furent entrepris dans ce but en Algérie en 1924, dans la région de Boufarik par les soins du Service de la Défense des Cultures, mais il semble bien qu'ils aient complètement échoué, les colonies de parasites envoyées de Madère étant arrivées complètement desséchées (1). Depuis cette époque il n'a été fait, à notre connaissance, aucune autre tentative d'acclimatation d'*Aspidiotiphagus Lounsburyi* en Afrique du Nord (fig. 10). Cet Aphélinide existe d'ailleurs en Algérie, où nous l'avons recueilli à deux reprises différentes au cours de nos élevages de Coccides :

1° De *Fiorinia Fioriniae* Targ. sur *Laurus nobilis*, au Jardin d'essai d'Alger, mai 1928, en petite quantité.

2° De *Chrysomphalus aonidum* L. sur *Citrus*, au Jardin d'essai d'Alger, également en très petite quantité.

Cet endophage fait-il partie de la faune du Nord de l'Afrique ou a-t-il été accidentellement introduit en Algérie avec ses hôtes exotiques ? Cette

(1) Les premières colonies d'*Aspidiotiphagus* provenant de Madère ont été ouvertes par nous-mêmes au printemps de 1924 ; elles se composaient de feuilles de lierre très fortement envahies par *Chrysomphalus pinnulifera* Mask. parasité par l'Hyménoptère endophage ; feuillage et Cochenilles étaient complètement morts et desséchés ; la plupart de celles-ci présentaient dans leur follicule des perforations, indiquant bien que le parasite était éclos soit avant, soit au cours même du voyage, qui s'était prolongé pendant près d'un mois.

seconde hypothèse semble plus rationnelle bien qu'il soit difficile de répondre à cette question. Quoi qu'il en soit, *Aspidiotiphagus Lounsburyi* existe en Algérie, où il ne joue certainement pas le rôle actif qu'on lui attribue à Madère dans la destruction de certaines Diaspines nuisibles.

C'est un endophage polyphage, relativement rare, semblant localisé à la zone humide du littoral, dont la douceur du climat rappelle en quelque sorte celui de l'Archipel Macaronésien.

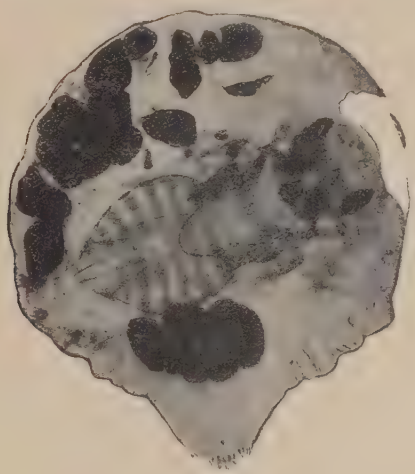


Fig. 10. — *Chrysomphalus pinnulifera* Mask. parasité par *Aspidiotiphagus Lounsburyi* Berl. et Paoli. On aperçoit au centre de la Diaspine la nymphe de l'endophage, complètement formée [× 40]. — (Microphotographie L. Bru.)

Prospaltella leucaspidis Mercet.

En Algérie, cet endophage parasite avec vigueur *Leucaspis pusilla* Loew, petite Diaspine extrêmement répandue et spécifique des Conifères.

Cet Aphélinide a été recueilli à maintes reprises, et chaque fois en abondance, de *Leucaspis pusilla* Loew :

Alger : sur *Pinus halepensis* (6 avril, 10 avril, 12 mai 1927 ; 7 mai, 19 mai 1928).

Zeralda : sur *Pinus halepensis* (26 mars 1928).

Orléansville : sur *Pinus halepensis* (16 mai 1927).

Maison-Carrée : sur *Pinus sp.* (30 mars 1927).

L'éclosion de *Prospaltella leucaspidis* semble avoir lieu des nymphes de *Leucaspis* et non des femelles adultes.

R.-G. Mercet a également observé cet Hyménoptère en Espagne, vivant sur les Conifères, aux dépens de Cochenilles du genre *Leucaspis* Targ.

Prospaltella sp.

Un mâle indéterminable de cette espèce a été recueilli le 20 décembre 1927, au cours d'un élevage de *Chionaspis ceratoniae* Marchal, provenant d'Orléansville (dpt. Alger).

Chionaspis ceratoniae est une Diaspine spécifique du Caroubier, très répandue en Algérie, sans causer de dégâts appréciable à cet arbre, cultivé pour ses fruits (gousses) servant à l'alimentation des indigènes et du bétail. C'est vraisemblablement grâce à l'activité de ce parasite que *Chionaspis ceratoniae* ne nuit pas au Caroubier, car nous avons toujours constaté que les follicules des femelles âgées présentaient des signes très nets d'endoparasitisme. Nous croyons nécessaire de rappeler ici que les Aphélinides du genre *Prospaltella* sont des parasites de Diaspines en général, et que *Prospaltella Berlesei* a été introduit avec succès en Italie pour combattre *Diaspis pentagona* Targ., Cochenille très nuisible aux cultures fruitières de ce pays.

Hispaniella lauri Mercet.

Ce petit Chalcidien a été obtenu à deux reprises différentes de *Fiorinia Fioriniae* Targ., Diaspine affectionnant particulièrement le Laurier noble au Jardin d'essai d'Alger (18 mai 1928 et 20 mai 1928). R.-G. Mercet signale cet Hyménoptère en Espagne, vivant aux dépens d'*Aonidia lauri* Targ., Diaspine spécifique du *Laurus nobilis*.

Coccophagus scutellaris Dalman.

Cet endophage a été obtenu au nombre de quelques exemplaires seulement d'un élevage de *Pulvinaria vitis* L., fixés sur sarments de Vigne au Méchtras (Kabylie) (10 juillet 1928). Cette Lécanine si commune en Europe sur la Vigne cultivée, est rare en Algérie, où elle semble s'être réfugiée dans les massifs Kabyles de climat plus tempéré.

R.-G. Mercet mentionne que *Coccophagus scutellaris* est originaire d'Europe centrale et boréale ; sa présence en Kabylie où il parasite une Cochenille d'origine européenne, est donc intéressante à noter, au point de vue bio-géographique.

Silvestri signale également cet Aphélinide en Italie, vivant aux dépens de *Sphaerolecanium prunastri* Fonsc. (Fig. 11.)

Coccophagus lunatus How.

Ce Chalcidien semble très commun en Algérie où nous l'avons recueilli à plusieurs reprises au cours de nos élevages.

1° De *Coccus hesperidum* L., vivant sur *Rubus idaeus* (Framboisier) à la Station botanique de Maison-Carrée (18 octobre 1927), en très grande abondance.

Fig. 11. — Coccophagus scutellaris Dalman, parasite endophage de *Pulvinaria vitis* L. (Long. du corps=1,5 mm.).

2° De *Pulvinaria mesembryanthemi* Vallot, Lécanine spécifique des *Mesembryanthemum* (Ficoïdées) (Alger, mai 1927 ; Blidah, juin 1928 ; Zéralda, mai 1927), en très grande quantité.

Coccophagus lunatus How. est un Chalcidien cosmopolite, vivant presque exclusivement aux dépens des Lécanines.

L. Masi l'a recueilli de *Pulvinaria mesembryanthemi* Vallot en Italie (1907) ; Mercet le signale en Espagne vivant aux dépens de *Coccus hesperidum* L., *de Saissetia oleae* Bernard et d'*Aonidiella aurantii* Mask. Smith et Compere l'ont également recueilli de *Saissetia oleae* Bernard, en Californie (1928).

Coccophagus niger Masi.

Cet endophage est éclos au nombre d'une vingtaine d'individus, de nymphes de *Stotzia striata* Marchal, fixées sur *Ephedra nebrodensis* et recueillies à Asekrem (2.400 m.), dans le Massif du Hoggar (Sahara central), par M. P. de Peyerimhoff (mars 1928) (1).

(1) Nous croyons nécessaire de rappeler ici que Asekrem est un lieu élevé (2.400 m.), situé au cœur du Hoggar. Le Rév. Père de Foucauld en avait fait sa résidence « estivale ».

Coccophagus niger n'était connu jusqu'à présent que de Portici (environs de Naples), d'où il a été décrit par Masi (1910), vivant aux dépens de *Lichtensia viburni* Sign., Lécanine présentant une certaine affinité avec *Stotzia striata* Marchal.

Il est tout à fait intéressant, au point de vue bio-géographique, de retrouver sur les hauts sommets du Hoggar, vivant à l'état de « relique », une Cochenille méditerranéenne, fixée sur une plante méditerranéenne (*E. nebrodensis*) et parasitée par un Chalcidien connu seulement des environs de Naples.

Ce fait vient à l'appui des observations que j'ai pu faire sur l'ensemble de la faune des Coccides du Hoggar, grâce à l'importance des récoltes faites par MM. P. de Peyerimhoff et R. Maire au cours de leur récente mission, à savoir qu'il existe sur les hauts sommets du Sahara central, à partir de la cote 2000, un vestige de faune nettement méditerranéenne ayant conservé là tous ses caractères (1).

S. F. Encyrtidae.

Encyrtus lunatus Dalman.

Cet Encyrtide est éclos en très grande abondance de nos élevages de *Filippia oleae* Costa, provenant des environs d'Alger.

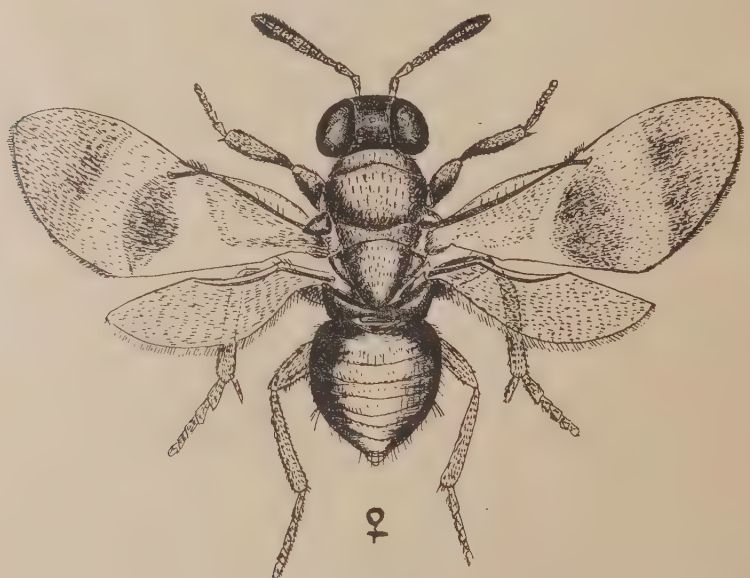


Fig. 12 — Encyrtus lunatus Dalman (femelle). — Parasite grégaire actif de *Filippia oleae* Costa dans le bassin méditerranéen. (Long. du corps = 2,5 mm.)

(1) A. Balachowsky. Faune du Hoggar. (*Ann. Soc. Ent. Fr.* 1929.) (Sous presse.)

Birkadem, 24 avril 1928, sur *Olea europea.*

Kouba, 30 avril 1928, sur *Pistacia lentiscus* et *Schinus molle.*

Blidah, 7 mai 1928, sur *Olea europea.*

Alger, 10 mai 1928, sur *Olea europea.*

En Algérie, *Filippia oleae* est si vigoureusement parasité par *Encyrtus lunatus* qu'il disparaît totalement certaines années (1926 et 1927) des plantes qui constituent son habitat normal (Olivier).

Ce Chalcidien éclos au printemps, généralement vers le début d'avril, et, dès le mois de juin (fig. 12) on ne trouve plus sur les feuilles d'Olivier que des femelles de *Filippia* desséchées présentant sur leur face dorsale de nombreuses perforations circulaires faites par l'endophage au moment de son éclosion.

Nous avons remarqué que cette Lécanine contenait parfois à l'intérieur de son corps près d'une dizaine d'individus d'*Encyrtus lunatus* (fig. 13).

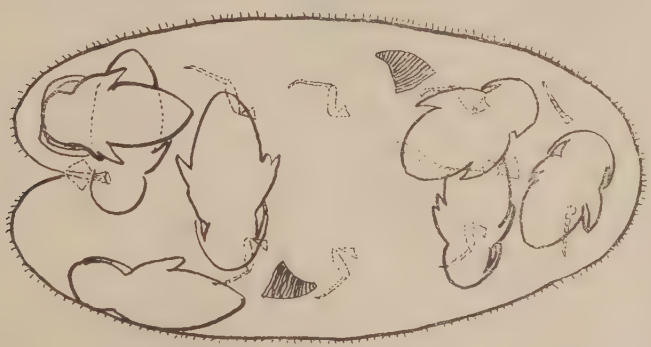


Fig. 13. — Schema montrant les nymphes d'*Encyrtus lunatus* Dalman dans le corps d'une femelle adulte de *Filippia oleae* Costa. (D'après une photo-micrographie de l'auteur.)

Ce parasite a également été recueilli de *Filippia oleae* par Masi en Italie, et en Espagne par R. G. Mercet. Silvestri l'a obtenu de *Sphaerolecanium prunastri* Fonsc. Il est signalé en outre en Autriche, en Allemagne, en Suède et en Laponie.

Chiloneurus formosus Bohm.

Eclos en même temps que *Blastothix ilicicola* Mercet [*Cf. infra*] d'un élevage de femelle adulte de *Sphaeralecanium emerici* Planchon, grosse Lécanine, peu commune en Algérie, récoltée par M. P. de Peyerimhoff à Camp-des-Chênes (Massif des Mouzaïa) sur *Quercus ilex* (5 mai 1927).

Chiloneurus formosus est un Encyrtide qui semble répandu dans toute la partie occidentale du Bassin méditerranéen, où il vit aux dépens de plusieurs espèces de Lécanines. R. G. Mercet le signale en Espagne et au Por-

tugal parasitant *Sphaerolecanium prunastri* Fonsc., *Kermococcus bacciformis* Leon. et *Filippia oleae* Costa (1921, p. 639). Masi l'a également recueilli en Calabre de cette dernière Cochenille (fig. 14).

Fig. 14. — Chiloneurus formosus Bohm. (femelle). — Parasite de *Sphaerolecanium emerici* Planchon. (Long. du corps = 1.920 mm.)

Chiloneurinus microphagus Mayr.

Cet Encyrtide est certainemet le parasite le plus courant de *Lepidosaphes ulmi* L. en Algérie. Nous l'avons fréquemment obtenu de cette Diaspine au cours de nos élevages.

Alger, 28 octobre 1927, sur *Ficus carica*.

Maison-Carrée, 10 mai 1928, sur *Ficus carica*.

Alger, 7 juin 1928, sur *Punica granatum*.

Chiloneurinus microphagus doit jouer un rôle bienfaisant dans la limitation de *Lepidosaphes ulmi* L. (fig. 15), et c'est vraisemblablement grâce à son activité que les dégâts occasionnés par cette Diaspine sont de peu d'importance en Afrique du Nord. D'après les observations que nous avons pu faire, *Aphelinus mytilaspidis* Baron [Cf. *supra*] ne serait en Algérie, qu'un parasite secondaire de *Lepidosaphes ulmi* comparé à *Chiloneurinus microphagus*. R. G. Mercet signale cet Encyrtide en France et en Espagne vivant aux dépens de cette même Cochenille ; il le mentionne également aux Etats-Unis (1921, p. 647 ; 1926, p. 309).

Blastothix ilicicola Mercet.

Eclos associé à *Chiloneurus formosus* Bohm. [Cf. supra] de *Sphaerole-*

canium emerici Planchon, récolté par M. P. de Peyerimhoff à Camp-des-Chênes (département d'Alger) sur *Quercus ilex* (5 mai 1927).

R. G. Mercet a décrit cette espèce d'Espagne, où il l'a récoltée sur les Chênes ; sa biologie était inconnue jusqu'à présent.

Fig. 15. — Chiloneurinus micrographus Mayr (femelle). — Parasite activement *Lepidosaphes ulmi L.* en Algérie. (Long. du corps=1,080 mm.)

Metaphycus hirtipennis Mercet.

Cet Encyrtide est éclos en assez grande quantité de *Kermococcus vermilio* Planchon, grosse Cochenille du *Quercus coccifera*, très commune aux environs immédiats d'Alger (Alger, 12 et 18 mai 1928).

Chaque femelle de *Kermococcus* était parasitée par plusieurs individus de *Metaphycus hirtipennis*. R. G. Mercet a décrit cet Hyménoptère d'Espagne où il le signale comme un parasite des Cochenilles du genre *Kermococcus* (fig. 16).

Habrolepis Dalmani Westw.

Obtenu plusieurs fois, mais toujours en petite quantité, d'*Asterolecanium ilicicola* Targ., petite Astérolécanine spécifique des Chênes, commune sur *Quercus coccifera* aux environs d'Alger (fig. 17).

Alger : 25 mars 1927 ; 1er et 10 mai 1928.

Cet Encyrtide signalé en Europe parasiterait, d'après R. G. Mercet, différentes espèces d'*Aspidiotus* en Espagne (1921, p. 639).

Aphycus sp.

Cet *Aphycus* est éclos d'un élevage de *Chionaspis Berlesei* Leon., provenant des environs de Blidah (18 juillet 1928). Il n'a pu encore être déterminé avec exactitude par M. R. G. Mercet, qui le rapproche de son *Aphycus castaneus*, décrit d'Espagne et dont la biologie est encore inconnue (1921).

Fig. 16. — Metaphycus hirtipennis Mercet (femelle). — Parasite *Asterolecanium ilicicola* Targ. aux environs d'Alger. (Long. du corps = 1,5 mm.)

Fig. 17. — Habrolepis Dalmani Westw (femelle). — Parasite grégaire de *Kermococcus vermilio* Planchon. (Long. du corps = 1,3 mm.)

Eaphycus asterolecani Mercet.

Obtenu une seule fois en quelques exemplaires seulement, associé à *Tetrastichus sp.* [Cf. supra] de nos élevages d'*Asterolecanium ilicicola* Targ. vivant sur *Quercus coccifera* aux environs immédiats de la ville d'Alger (22 mai 1928).

Anthemus sp.

Cet Encyrtide appartient à la sous-famille spéciale des *Antheminae* ; il est éclos en abondance d'un élevage de *Lepidosaphes ampelodesmae* Newst. Diaspine spécifique du « Diss » (*Ampelodesmos tenax*), provenant des environs d'Alger (15 octobre 1926). M. C. Ferrière, à qui nous avons adressé cet Hyménoptère, le considère comme une espèce inédite.

Trichomastus sp.

Nous avons obtenu un mâle indéterminable d'un Encyrtide appartenant à ce genre, d'un élevage de *Lecanodiaspis Sardoa* Targ. sur *Cystus heterophyllus* provenant de Birkadem (env. d'Alger) en mars 1928 ; il était associé à *Enargopelte nigra* Mercet [*Cf. infra*].

Les *Trichomastus* sont signalés par R. G. Mercet comme des parasites des Coccides.

Signiphora Merceti Malen.

Plusieurs individus de cette intéressante espèce nous sont éclos d'un élevage d'*Hemiberlesia cammeliae* Comst. vivant sur tiges de *Chrysanthemum segetum* aux environs immédiats de la ville d'Alger (novembre 1926). Cet Encyrtide a été décrit d'Espagne par Malenotti, comme un parasite d'*Hemiberlesia cammeliae* Comst. et *Chrysomphalus dictyospermi* Morg. ; le même auteur signale cet Hyménoptère en Italie (1918). Poutiers l'a récemment recueilli dans le midi de la France (1928), vivant aux dépens de *Chionaspis evonymi* Comst., Diaspine nuisible au Fusain.

S. F. Mymaridae.

Dicopus citri Mercet.

Obtenu en quelques exemplaires de *Fiorinia fioriniae* Targ., vivant sur *Laurus nobilis* au Jardin d'essai d'Alger (mai 1928).

Poutiers a recueilli cet Hyménoptère de *Chionaspis evonymi* Comst. dans le midi de la France, mais cet auteur n'ose affirmer que *Dicopus citri* est bien un parasite de Cochenille, car les Mymarides affectionnent en général les œufs d'insectes (1928). L'observation que nous venons de faire sur ce Chalcidien en Algérie, vient à l'appui de celle de Poutiers, à savoir que *Dicopus citri* est bien un parasite de Diaspines.

Allaptus aurantii Mercet.

Recueilli associé à l'espèce précédente de *Fiorinia fioriniae* Targ. sur *Laurus nobilis* au Jardin d'essai d'Alger (mai 1928).

Poutiers a obtenu une espèce voisine, *Allaptus exsistus* Westw. de *Chionaspis evonymi* Comst, dans le midi de la France (1928).

S. F. Tetraschinae.

Tetrastichus sp.

Cet Hyménoptère n'a pu encore être déterminé avec exactitude, il est éclos à plusieurs reprises, mais chaque fois en petite quantité de nos élevages d'*Asterolecanium ilicicola* Targ. vivant sur *Quercus coccifera* aux environs d'Alger (22 avril 1926; 17 mai 1927; 2 juin 1927; 22 mai 1928).

S. F. Pteromalinae.

Enargopelte nigra Mercet.

Ce Chalcidien a été recueilli en très grande abondance d'élevages de *Lecanodiaspis sardoa* Targ. Asterolecanine spécifique des Cystes (*Cystus heterophyllus; Cystus salviaefolius;* etc.). Nous avons suivi l'évolution d'*Enargopelte nigra sur Lecanodiaspis sardoa* pendant près d'un an et avons constaté que cet Hyménoptère possédait au moins deux générations successives, l'une en mars, l'autre en juin-juillet ; malheureusement, notre départ d'Algérie nous a empêché de déterminer le cycle évolutif complet de cet insecte.

Birkadem 15 mars 1928: 10 juillet 1928. Rhegaïa 10 mars 1928; 23 mars 1928. Azazga 7 mars 1928; 19 juin 1928.

Scutellista cyanea Motch.

Ce Ptéromalide est très répandu en Algérie où il joue un rôle très important dans la limitation de plusieurs Lécanines nuisibles. Au Jardin

d'essai d'Alger où nous avons pu suivre sa biologie pendant plusieurs années consécutives, nous avons constaté qu'en 1925, presque toutes les femelles de *Saissetia oleae* Bernard et *Saissetia hemisphaerica* Targ., localisées à la face inférieure des pinnules de *Cycas revoluta* étaient parasitées par *Scutellista cyanea*.

En 1926, par contre, ce Chalcidien faisait presque totalement défaut à Alger. En 1927, il était peu abondant. Enfin au printemps de 1928, nous avons constaté une recrudescence très nette du parasitisme.

Les larves de *Scutellista* sont blanches, apodes, de forme arrondie, presque sphériques à leur complet développement. Elles sont oophages comme d'ailleurs les chenilles de *Coccidiphaga scitula* Rbr. [Cf. infra.], avec lesquelles elles ne peuvent être confondues.

Elles dévorent avec une grande voracité les pontes déposées sous le corps des Lécanines, qui se distend considérablement au moment de la parturition.

La nymphose de l'Hyménoptère se fait également sous la Cochenille mais, l'adulte, au lieu de sortir latéralement sans toucher aux téguments de la mère, fait pour se dégager, une perforation circulaire d'environ 1 millimètre de diamètre, traversant la Lécanine de part en part.

Scutellista cyanea possède à Alger, deux générations dans l'année; l'éclosion des adultes a lieu au printemps (juin 1927, mai 1928), et en automne (octobre 1925, novembre 1927). La génération tardive étant extrêmement abondante dans les années de grand parasitisme (1925).

Ce Ptéromalide vit exclusivement aux dépens des Lecanines. En dehors de *Saissetia oleae* Bernard et *Saissetia hemisphaerica* Targ. qui forment sa nourriture préférée, c'est certainement *Ceroplastes rusci* L. qui est son hôte le plus courant. Si les foyers de *Ceroplastes* ne persistent jamais au-delà de deux ou trois ans sur les Figuiers cultivés, c'est certainement grâce à l'action bienfaisante et combinée de *Scutellista cyanea* et *Coccidiphaga scitula*.

Il est à remarquer cependant, que le parasitisme exercé par l'Hyménoptère est toujours plus vigoureux et efficace que celui de la petite Noctuelle carnassière.

En novembre-décembre 1926, au cours d'un voyage d'étude dans les plantations de Figuiers de Kabylie, nous avons pu nous rondre compte que *Ceroplastes rusci* était rare dans ces régions, c'est à peine si en cherchant bien, l'on pouvait en trouver épars quelques individus femelles, isolés et très parasités.

Les colons français et indigènes de ces régions (Azazga, Mekla, Tizi-Ouzou, etc.), ne considèrent pas *Ceroplastes rusci* comme un Insecte nuisible. De même, *Saissetia oleae* qui cause des dégâts un peu partout dans les olivettes en Algérie, est relativement peu répandu en Kabylie. Ce fait a été constaté par le docteur L. Trabut (1912), qui a conclu que c'est grâce au régime polyphage de *Scutellista cyanea* et *Coccidiphaga scitula*, que les

deux plus importantes cultures fruitières de ces régions, n'ont pas à souffrir de l'attaque des Cochenilles. Dans certaines autres régions, comme par exemple dans la partie occidentale du département d'Oran (Tlemcen, Aïn-Temouchen), *Saissetia oleae* ne nuit pas seulement aux olivettes, mais également aux orangeries.

Scutellista cyanea a été obtenu aussi d'un élevage d'*Eulecanium ficinum* Paoli, vivant sur *Ficus repens* dans un jardin privé de Mustapha (Alger, août 1925).

Cet Hyménoptère est répandu dans toute la zone littorale et sublittorale du département d'Alger et de Constantine; il existe aussi en Tunisie; dans le département d'Oran il paraît plus rare, et, il ne semble pas avoir encore été signalé au Maroc, où il existe vraisemblablement. C'est un parasite cosmopolite, commun dans différentes régions du bassin méditerranéen (midi de la France, Espagne, Italie, etc.). Il a également été observé à Ceylan, en Afrique du Sud, en Egypte, etc. Cet auxiliaire a été introduit aux Etats-Unis pour y combattre différentes Lécanines nuisibles.

Pachyneuron sp.

Ce *Pachyneuron* a été obtenu le 5 juin 1928 d'un élevage de *Naiococcus* (1) sur *Tamarix gallica* provenant des environs de Biskra (sud Constantinois). Toutefois, il nous est difficile d'affirmer le parasitisme de cet Hyménoptère, qui peut également vivre en hyperparasite aux dépens des larves et des nymphes d'une Coccinelle, *Scymnus Kiesenwetteri* [Cf. supra] qui vit en prédatrice dans l'ovisac de cette Pseudoccoccine.

Quoi qu'il en soit, ce *Naiococcus* est si vigoureusement parasité que nous l'avons recueilli vivant qu'une seule fois aux environs de Biskra, le 1er juin 1928, tandis que nous l'avons observé mort à maintes reprises sur les branches de *Tamarix*, dans différentes régions d'Algérie.

Nous croyons nécessaire de rappeler ici que *Pachyneuron coccorum* L vit en hyperparasite aux dépens de *Cryptochaetum grandicorne* Rond., Diptère endophage de *Gueriniella serratulae* F. [cf. *infra*]. (Vayssière, 1926).

LEPIDOPTERA

Fam. Noctuidae.

S. F. Erastrianae

Erastria (Coccidiphaga) scitula Rbr.

Ce petit Lépidoptère carnassier dont les mœurs ont été étudiées dans

(1) Non encore décrit.

le midi de la France par Rouzaud (1896) a été observé depuis longtemps en Algérie par le docteur L. Trabut (1912).

Nous avons fréquemment recueilli cette Noctuelle, un peu partout dans le Tell, parasitant *Ceroplastes rusci* L, *Saissetia oleae* Bernard, *Saissetia hemisphaerica* Targ., et quelques autres Lécanines.

C'est un Lépidoptère strictement oophage, sa chenille, très agile, s'insinue sous les femelles de Lécanines pour y atteindre les pontes qui y sont déposées

Coccidiphaga scitula est quelquefois très abondant au milieu des colonies de *Ceroplastes rusci* et joue un rôle important dans la limitation de cette Lécanine, qui affectionne particulièrement le Figuier cultivé en Algérie (fig. 18).

Nous avons également observé à plusieurs reprises les chenilles de ce Lépidoptère, enfoncées dans le sac ovigère d'*Icerya Purchasi* Mask., en train d'y dévorer les pontes; le papillon nous est d'ailleurs éclos à plusieurs reprises des élevages de cette Monophlébine.

Fig. 18. — Erastria (Coccidiphaga) scitula Rbr., dont la chenille est un parasite oophage de nombreuses Lécanines (×3,5). [Photographie L. Bru].

Eublemna deserta Stgr.

Les mœurs de cette Noctuelle étaient totalement inconnues juqu'à ces derniers temps. C'est M. C. Dumont qui découvrit que la chenille d'*Eublemna deserta*, se nourrissait exclusivement de Cochenilles du genre *Margarodes*, localisées sur les racines d'*Aristida pungens* Desf., « Drinn » des Arabes, à Nefta (sud Tunisien) [Dumont, 1927].

Eublema virginalis Obth.

C'est également à M. C. Dumont que revient la découverte des mœurs de cette espèce. Il en a décrit la chenille qu'il observa également parasitant un *Margarodes*, fixé sur les racines de *Stipa tenacissima* Desf., l' « Alfa » des Arabes, aux environs de Maknassy pied du Djebel-bou-Hedma (Tunisie) en juillet 1927 (Dumont 1927).

DIPTERA

Fam. Muscidae.

Cryptochaetum grandicorne Rond.

La biologie de ce Diptère a été étudiée en détail par P. Vayssière (1926). C'est un parasite endophage de *Gueriniella serratulae* F. répandu dans tout le bassin méditerranéen. On rencontre fréquemment dans les forêts d'Algérie, cette Monophlébine morte et desséchée contenant à l'intérieur de son corps la dépouille pupale de *Cryptochaetum grandicorne*. (Forêt de Yacouren, novembre 1926; Edough, juin 1925; env. d'Alger, décembre 1927).

P. Vayssière a remarqué que cet endophage était lui-même fréquemment hyperparasité par un Pteromalide, *Pachyneuron coccorum* L., tant en Afrique du Nord que dans les autres pays circa-méditerranéens (1926).

En Algérie, les dégâts occasionnés aux cultures par *Gueriniella serratulae*, revêtent généralement un caractère bénin ou sont de courte durée.

NEVROPTERA

S. F. Hemerobiidae.

Megalomus Balachowskyi Lest.

Nous n'avons recueilli qu'une seule larve de cet Insecte, dévorant des colonies de *Pseudococcus nipae* Mask. Cochenille exotique fixée à la face inférieure des feuilles de *Strelitzia augusta* localisés aux massifs humides et touffus du Jardin d'essai d'Alger.

L'élevage de cette larve donna un Hémerobe qui fut récemment décrit par notre collègue J. Lestage (1928).

Nous avons fréquemment observé un peu partout en Algérie des larves de Planipennes coccidiphages et aphidiphages qui nous ont toujours frappé par leur grande voracité.

S. F. Coniopterygidae.

Fontenella maroccana Lest.

Cet Insecte extraordinaire a été trouvé par M. P. de Peyerimhoff au sommet du Djebel Tachdirt, 3.300 m. dans le Grand Atlas marocain, en juillet 1919, vivant en prédateur aux dépens d'*Orthezia arenariae* Vayss. dans les touffes d'*Arenaria pungens*.

Ce Coniopterygide aptère, à forme aberrante, a été étudié par MM. F. Carpentier et J. Lestage (1927), qui ont créé pour lui une nouvelle sous-famille.

(Station Entomologique de Paris, 31 décembre 1928.)

Bibliographie

1925. Balachowsky (A.). — Note sur deux prédateurs de *Parlatoria Blanchardi* et sur leur utilisation en vue de la lutte biologique contre ce Coccide. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nord*, Alger).

1926. Balachowsky (A.). — Note sur l'acclimatation des prédateurs de *Parlatoria Blanchardi* dans la palmeraie de Colomb-Béchar. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nd*, Alger.)

1927. Balachowsky (A.). — (En collaboration avec Delassus, Brichet.) Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et leurs traitements. (Alger 1927.)

1928. Balachowsky (A.). — *Chrysomphalus aonidum*. L. Biologie. — Traitements. (*Bull. Soc. Hist Nat. Af. Nord* (1928, p, 153, Alger).

1927. Carpentier (F.) et Lestage (J.). — Une sous-famille nouvelle de Coniopterygoïdes. (*Rec. Inst. Zool. Torley-Rousseau*, p. 153, Bruxelles.)

1927. Dumont (C.). — Contribution à l'étude des Lépidoptères du Sahara Nord-Africain, 13e note. (*Bull. Soc. Ent. France*, p. 273, Paris.)

1926. Hall (W. J.). — The Hibiscus Mealy-bug in Egypt in 1925 with notes of the introduction of *Cryptolaemus Montrouzieri*. *Minist. of Agricul. Techn. and Sc. Service*. (Bull. 70, Cairo-Egypte.)

1928. Lestage (J.). — Recherches sur les Névroptères (sensu lato) coccidiphages récoltés en Algérie, par A. Balachowsky. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Af. Nd*, p. 150, Alger.)

1918. Malenotti (E.). — I nemici naturales della « Bianca-rossa ». (*Redia*, vol. XIII, p. 17.)

1904. Marchal (P.). — Sur quelques Cochenilles nouvelles. (*Bull. Mus. Hist. Nat.*, p. 448, Paris.)

1913. Marchal (P.). — *Icerya Purchasi* et *Novius cardinalis*. (*Ann. Epiphyties*, T. I, Paris.)

1922. Marchal (P.). — Utilisation d'une Coccinelle australienne. (*Cryptolaemus Montrouzieri* Muls.) dans la lutte contre les Cochenilles blanches et son introduction en France. (*Ann. Epiphyties*, T. VIII, Paris.)

1907. Masi (L.). — Contribuzione alla coneszenza dei Calcididi Italiani. (*Bull. Lab. Zool. Gen. Agr. Portici*, p. 245, Italie.)

1910. Masi (L.). — *Bull. Lab. Zool. Gen. Agric. Portici*, Italie.

1912. Mercet (R.-G.). — Los Afelinos. (Madrid, p. 74.)

1921. Mercet (R.-G.). — *Hymenopteros Fam. Encirtidos. Fauna Iberica.* (Madrid, p. 205.)

1926. Mercet (R.-G.). — Adiciones a la Fauna Espanola de Encirtidos. (*Eos*, p. 309, Madrid.)

1922. Paoli (G.). — Una missione Ila Madeira rec. parasiti « Bianca rossa ». (*Rep. Minist. Agricult.*, Florence.)

1924. Parker (H. L.). — Recherches sur les formes post-embryonnaires des Chalcidiens. (*Ann. Soc. Ent. Fr.*, p. 362, Paris.)

1926. Peyerimhoff (P.). — Notice sur la biologie de quelques Coléoptères Nord-Africains. (4e *Série*, *Ann. Soc. Ent. France*, Paris.)

1928. Poutiers (R.). — Observations sur quelques Hyménoptères parasites de Coccides sur le littoral méditerranéen. (*Bull. Soc. Path. Vég. Ent. Agr.*, p. 267, Paris.)

1912. Rao-Sahib. — The Pests of the Date-Palm in the Iraq. (*Direct. Agricult. Mesopotamia, Mem.* 6, p. 10, Mesopotamie.)

1896. Rouzaud. — Sur les mœurs d'un Lépidoptère carnassier destructeur de Cochenilles. (*Coulet*, Montpellier.)

1911. Silvestri (F.). — Entomologia Agraria. (Portici, Italie.)

1928. Smith (H. S.) et Compere. — A preliminary report of the Insects parasites of the Black scale. University of California. (Publ. of Entomology, vol. IV, N° 9, Californie.)

1912. Trabut (Dr L.). — La Défense contre les Cochenilles et autres Insectes fixés. (Alger.)

1926. Vayssière (P.). — Contribution à l'étude systématique et biologique des Coccides. (*Ann. Epiphyties*, T. XII, p. 349.)

LES INSECTES NUISIBLES DU CHÊNE LIÈGE DANS LES FORÊTS DU MAROC

(Deuxième étude)

Par JACQUES DE LÉPINEY

Entomologiste agricole de l'Institut Scientifique Chérifien

SOMMAIRE

INTRODUCTION.

INSECTES DU FEUILLAGE. — LYMANTRIA DISPAR : lutte biologique au moyen du *Schedius Kuwanae*. — PHALERA BUCEPHALA var. BUCEPHALINA. — DRYMONIA CHAONIA. — MARUMBA QUERCUS. — BOARMIA ILICARIA. — CARCINA QUERCANA. — GRACILARIA (CORISCIUM) SULPHURELLA. — ORTHACANTHACRIS ÆGYPTIA. — CHRYSOMPHALUS DICTYOSPERMI. — CHAITOPHORUS.

INSECTES DES RAMEAUX, DES BRANCHES ET DU TRONC. — DRYAPHIS. — CHIONASPIS LEPINEYI. — KERMES VERMILIO.

INSECTES DE L'INTERIEUR DU BOIS. — XYLEBORUS MONOGRAPHUS.

Introduction

Nous avons publié dans les *Annales des Epiphylies* (1927, n° 3) une première étude sur les insectes nuisibles du chêne-liège dans la forêt de Mamora. Depuis cette époque nous avons poursuivi les recherches en gardant pour centre principal la maison forestière de Mechra el Kettane (Mamora), mais en étendant aussi nos investigations à d'autres forêts marocaines. Notre but essentiel a toujours été la connaissance de la biologie de *Lymantria dispar* et la lutte biologique contre cet insecte, pour répondre à la demande faite par la Direction des Eaux et Forêts du Maroc à l'Institut scientifique chérifien. Mais nous avons aussi continué la recherche et la reconnaissance de tous les insectes nuisibles ou utiles du chêne-liège.

Nous donnons ici les résultats qui nous semblent de nature à être pris

(1) J. DE LEPINEY : Note préliminaire sur le rôle de la vision ocellaire dans le comportement de *Lymantria dispar L.* (*Bull. Soc. Zoo. Fr.*, 1928, pp. 479-490).

en considération au point de vue forestier ayant publié ailleurs (1) quelques données de biologie expérimentale sur*Lymantria dispar*.

Insectes du feuillage

1° *Lymantria dispar L.*

Lutte biologique au moyen du Schedius Kuwanae. — Le Schedius Kuwanae a été envoyé à l'Institut scientifique chérifien par le Gipsy Moth Laboratory de l'U. S. Dep. of Agr.

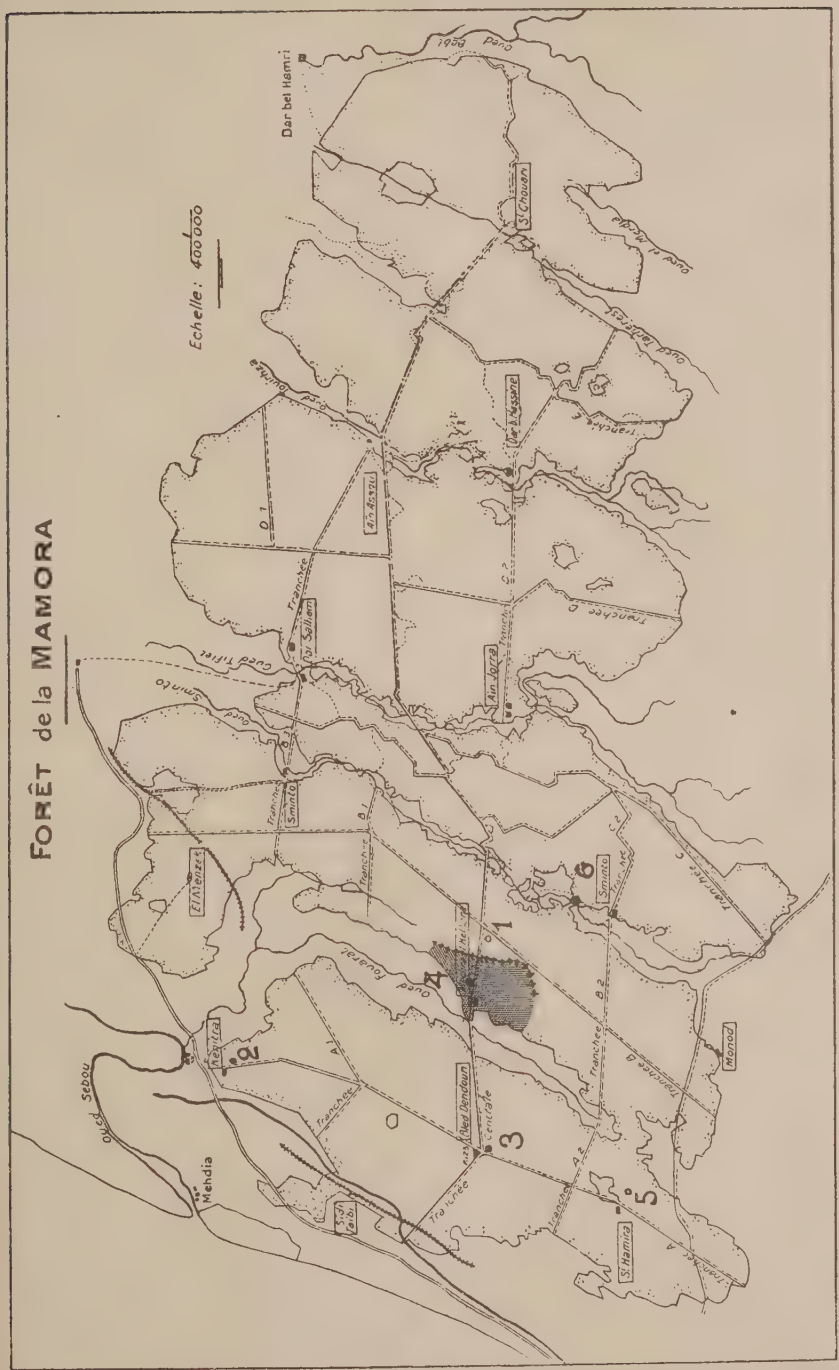
En 1924, les premiers arrivages ne furent pas utilisés d'une manière rationnelle et l'élevage ne réussit pas.

Le 8 décembre 1925, M. Crossman expédia de Melrose un tube de carton contenant des insectes adultes, qui nous parvinrent le 28 du même mois, en fâcheux état : seuls deux individus furent retirés vivants, et moururent quelques jours plus tard sans laisser de descendance. Le 17 décembre de la même année, une seconde expédition fut faite contenant des *Schedius* adultes et des œufs de *Lymantria dispar* tués par la chaleur et parasités par des larves de l'Hyménoptère ; le tube nous fut remis le 7 janvier 1926 et aussitôt ouvert montra quelques adultes vivants. Des éclosions se produisirent ensuite dans le courant du mois et les adultes furent placés dans une boîte d'élevage avec des œufs vivants de *L. dispar*. En mars apparut la génération suivante, fort réduite, sans doute exclusivement composée de mâles; en avril aucun individu vivant ne put être retrouvé.

Dans les premiers jours d'octobre 1926 nous reçûmes un nouvel envoi d'œufs tués par la chaleur et parasités, qui donnèrent immédiatement bon nombre d'éclosions de *Schedius* adultes des deux sexes. Ceux-ci furent placés dans des boîtes d'élevage à couvercle de verre, fond garni d'une couche d'œufs de *L. dispar* et d'une capsule ouverte contenant du papier buvard imprégné d'eau sucrée. Un mois plus tard la génération suivante donna environ 500 adultes des deux sexes, dont 200 furent isolés dans une nouvelle boîte en vue de l'élevage en laboratoire; les 300 autres individus, transportés en forêt, furent lâchés le 8 novembre après-midi à 5 km. de Mechra el Kettane (1), la boîte ayant été attachée, ouverte, sous une branche très chargée de pontes de *L. dispar*. Dans le courant d'octobre 1926 parvinrent d'autres arrivages d'Amérique, qui donnèrent quelques éclosions en moins grand nombre : les adultes de cette dernière provenance furent ajoutés simplement dans les élevages en cours.

L'élevage en laboratoire commencé en novembre 1926 avec les 200 individus gardés après le premier lâcher sembla d'abord dépasser dans ses ré-

(1) Point indiqué sur la carte par le chiffre 1.


FORÊT de la MAMORA
Echelle: 400000
Dar bel Hamri
Oued Sebou
Mehdia
St Hamida
Monod
Oued Fouarat
Oued Smalo
Oued Tiflet
Oued Beht
Oued el Maleh
Oued Mellah
Oued Ouerra
Oued Ouerrha
Oued Ouerrha
Oued Ouerrha

sultats les prévisions les plus optimistes basées sur les données américaines : la température hivernale de Rabat, relativement chaude permit en effet le développement successif de deux générations bien distinctes, en deux mois. Ensuite la durée de l'évolution larvaire, qui n'était pas l'objet de recherches spéciales, ne put être notée, car les générations successives chevauchèrent largement (1). De janvier à mars 1927 le nombre des adultes vivants cessa de croître dans les quatre boîtes qui avaient été nécessaires à les contenir depuis le mois de décembre, puis il diminua dans des proportions inquiétantes. Pendant le temps de l'évolution des chenilles, il n'y eut plus que de rares éclosions, par intermittences, et pendant des périodes assez longues, aucun adulte vivant ne fut visible. En juin, des œufs fraîchement pondus purent être mis à la disposition des *Schedius* qui dès lors se multiplièrent avec rapidité et régularité, sur le rythme d'environ vingt jours par génération. Les mois de juin, juillet et août furent employés à la multiplication en laboratoire; on estima alors pouvoir procéder à des lâchers en forêt, sans pour cela cesser les élevages.

Le 2 septembre 1927, trois lâchers furent exécutés, trois boîtes contenant chacune environ 5.000 individus adultes ayant été ouvertes un temps suffisant (environ 30 minutes) au voisinage immédiat des postes forestiers de Kenitra, Bled Den Doum et Mechra el Kettane (2).

A partir de ce moment l'élevage principal a toujours été confié au sous-brigadier Triau, du poste de Mechra el Kettane, qui y a apporté tous ses soins; des élevages secondaires ont eu pour centre les autres postes forestiers de la partie W. de la forêt (la seule ravagée par *L. dispar*) : Kenitra, Bled Dendoum, Sidi Hamira, Sminto nord, Sminto Sud, Ain Jorra. Elevages et lâchers ont été poursuivis régulièrement pendant l'automne 1927, selon les méthodes que nous avons enseigné par la pratique et qui ont fait en outre l'objet d'instructions spéciales complémentaires de l'Institut scientifique chérifien (3). Les lâchers ont été groupés près des postes, dans un rayon de 2 à 3 km. au maximum du centre d'élevage de manière à obtenir les meilleures chances d'établissement de colonies et sans viser à une rapide dissémination dans l'ensemble de la forêt.

En 1928 les opérations ont été poursuivies, mais de multiples absences dans les services ont imposé un ralentissement : les lâchers ont été moins nombreux.

En mars 1929, le *Schedius Kuwanae* peut être considéré comme définitivement établi dans la forêt de la Mamora; la répartition de l'insecte n'a pas été entièrement reconnue en situation ni en étendue, mais les observa-

(1) Pour y parvenir il eut fallu isoler des individus et les observer d'une manière suivie.
(2) Points indiqués sur la carte par les chiffres 2, 3 et 4.
(3) Voir annexe « Instructions pour l'élevage et les lâchers de *Schedius Kuwanae* ».

tions faites sont très concluantes.

Autour du point 1 (Meechra el Kettane, lâcher de 300 individus du 8 novembre 1926), aucune observation positive n'a été faite malgré plusieurs examens chaque année.

Le lâcher n° 2 (environ 5.000 individus, Kenitra, 2 septembre 1927) a été suivi de quelques autres, dans un périmètre restreint. Les insectes ont pullulé en automne 1927 dans une zone d'environ un demi hectare de superficie, mais n'ont pas été revus en 1928 ni en 1929 : aucune recherche sérieuse n'a d'ailleurs été faite près de Kenitra.

Les environs du lâcher 3 (Bled Dendoum, 5.000 insectes, 2 septembre 1929) ont été examinés rapidement le 25 février 1929 : toutes les pontes de *L. dispar* étaient criblées par les trous d'éclosion des *Schedius*, dont on pouvait d'ailleurs voir ça et là quelques adultes vivants.

La répartition autour du lâcher 4 (Mechra el Kettane, 5.000 insectes, 2 septembre 1929) a été étudiée de plus près, au cours d'une première reconnaissance à pied, puis d'une seconde à cheval, enfin d'une troisième à pied, les 15 janvier, 14 février, 21 avril 1929. Vers l'Est, en février, les pontes sont régulièrement criblées sur une distance d'environ 2 km. 5 ; au-dela, il n'a plus été trouvé nulle trace du *Schedius*. Vers le S. W., direction à peu près perpendiculaire à celle des vents dominants, nous avons trouvé en janvier, en compagnie de M. Mimeur et du sous-brigadier Triau, une densité de parasitisme à peu près constante jusqu'à plus de 2 km. du point de lâcher; il a été alors remarqué que l'action du *Schedius* se combine heureusement avec celle du *Trogoderma versicolor* qui en démantelant les pontes permet à l'Hyménoptère d'étendre son action en profondeur et non pas seulement à la couche externe des œufs. (Réciproquement il est possible que le *Schedius* favorise l'action de *Trogoderma* en augmentant la proportion de matière morte, attractive, dans les pontes de *dispar*.) Les recherches n'ayant pas été poussées plus lon ce jour-là, nous n'avons pas d'indication sur la limite S.W. Au S.S.E., les observations faites à cheval (ce procédé, de beaucoup plus rapide, est très pratique en pareil cas) nous ont permis de trouver en compagnie de M. Triau, la limite approximative de février, à plus de 5 km. du centre : cette limite est très diffuse, bordant une large zone de parasitisme irrégulier et décroissant. Les traces de *Schedius* ont été partout aisément reconnaissables car bien souvent, sur les pontes cribilées d'orifices caractéristiques en eux-mêmes, se tenaient des insectes mâles et surtout des femelles. Vers le N., en avril, la limite de dispersion n'a pas été atteinte à 3 km. du lâcher; vers l'W. et de N. W., la forêt étant interrompue par le large vallon de l'Oued Fouarat, sur une distance de plusieurs kilomètres, le *Schedius* ne s'est pas étendu au delà.

Le 25 février 1929 ont été examinées d'autres régions de lâchers : au point 5, près de Sidi Hamira, les pontes de *L. dispar* sont criblées; près de

Sminto Sud, point 6, existent de rares traces de *Schedius*, les pontes *de dispar* étant rares elles-mêmes.

Enfin, M. le garde général Fournier nous a relaté une observation positive faite pendant l'été 1928 près de Sminto Nord, et une autre à mi-distance entre Kenitra et Sminto-Nord : cette dernière ne peut s'expliquer que par un transport accidentel de l'hyménoptère (sans doute au cours du transport des lièges sur camions automobiles).

Un seul destructeur du *S. Kuwanae* a été rencontré jusqu'ici : il s'agit d'une petite Aranéide sauteuse, très agile, prédatrice des adultes sur les pontes de *Lymantria dispar*.

Le programme d'été-automne 1929 comporte la multiplication des points de lâcher, hors des zônes avoisinant les postes forestiers, et l'établissement de colonies dans la forêt des Zaërs.

2° *Phalera bucephala L. var. bucephalina Stgdr.*

(*Lépidoptères-Notodontidae*)

Cet insecte n'a pas été trouvé dans la forêt de la Mamora, mais il cause presque chaque année au mois d'octobre la défoliation totale d'une petite forêt de chênes-liège, isolée, d'une dizaine d'hectares, située près de Mechra el Hader, à proximité de la mer. D'après A. Seitz, l'espèce *bucephala* est printanière (mai-juin), mais donne en juillet et août une seconde génération dans la partie méridionale de son habitat; il est donc intéressant de remarquer que les choses ne se passent pas de même à Mechra el Hader, où les défoliations se produisent en septembre-octobre; sans qu'une génération printannière ait pu être trouvée. Les exemplaires mis en élevage se sont chrysalidés en fin octobre et ont donné les papillons à partir du début de juillet, alors que les jeunes chenilles peuvent être récoltées au début de septembre; l'insecte serait donc ici monocyclique.

Un autre fait intéressant à noter est la considérable action destructrice exercée en 1927 par un prédateur des chenilles, le *Sphodromantis viridis* Forsk. (Orthoptères-Mantidae) qui pullulant à l'époque de nos observations (octobre) a complètement jugulé l'invasion habituelle, de sorte que les arbres ont gardé leur feuillage presque intact : on trouvait alors sur chaque arbre de très nombreuses Mantes dévorant leur proie maintenue entre les pattes ravisseuses.

3° *Drymonia chaonia Hbn.*

(*Lépidoptères-Notodontidae*)

Chenilles récoltées sur le feuillage, en fin mai 1928. Sans importance économique actuelle.

4° *Marumba quercus Schiff.*

(*Lépidoptères-Sphingidae*)

Quelques chenilles de ce gros insecte ont été récoltées sur les chênes-liège de Mechra el Hader en octobre 1927; les dégâts sont insignifiants.

5° *Boarmia ilicaria H. S.*

(*Lépidoptères-Geometridae*)

Déjà signalé dans notre précédent article; nous noterons la détermination d'un parasite très abondant qui limite le développement de cet insecte, l'*Apanteles triangulator* Wesm (1). (*Hymen. Braconidae.*) Les larves de ce parasite sortent du côté dorsal de l'hôte et tissent des cocons de soie blancs qui restent dressés sur le dos de la chenille. L'éclosion des ailés se produit au bout d'une quinzaine de jours. Nous avons compté, en fin juin 1927, neuf cocons d'*A. triangulator* sur une chenille de *B. ilicaria.*

6° *Carcina quercana F.* (2)

(*Lépidoptères-Oecophoriidae*)

Espèce sans importance économique actuelle, trouvée en octobre (images) dans la forêt de Mechra el Hader.

7° *Gracilaria (Coriscium) sulphurella Haw. var. aurantiella Peyer*

(*Lépidoptères-Gracilariidae*) (2)

Au mois de janvier 1928, des chenilles de cette espèce, qui ronge et enroule les feuilles, ont été trouvées par M. J.-M. Mimeur en Mamora. Sans intérêt économique actuel.

8° *Orthacanthacris aegyptia L.*

(*Orthoptères-Locustidae*)

Assez abondant en octobre 1927 à Mechra el Hader, ce criquet a occasionné quelques dégâts en s'attaquant au feuillage. Il s'agit là d'une espèce très commune au Maroc, qui existe notamment aussi en Mamora; elle n'est guère nuisible en général aux arbres forestiers, mais attaque parfois plus sévèrement les abricotiers, amandiers et pêchers dont les pousses sont rongées, et aussi les feuilles des cotonniers (3).

(1) Dét. Ch. Ferrière.
(2) Dét. J. de Joannis.
(3) D'après les renseignements de J.-M. Mimeur.

9° *Chrysomphalus dictyospermi Morg.*

(*Hémiptères-Coccidae*)

Cette redoutable cochenille n'a pas atteint jusqu'ici les forêts marocaines, mais elle a été trouvée sur le feuillage du chêne-liège à la pépinière des Eaux et Forêts de l'Oued Nfifikh.

10° *Chaitophorus sp.*

(*Hémiptères-Aphididae*)

Espèce déjà signalée dans notre précédent article; on la trouve en diverses saisons, notamment en juin, juillet, février, sous la forme d'individus parthénogénétiques vivipares aptères et ailés; à noter la détermination de l'Hémérobiide prédateur cité : *Chrysopa vulgaris L.*

Insectes des rameaux

11° *Dryaphis sp.*

(*Hémiptères-Aphididae*)

Une espèce du genre *Dryaphis* a été trouvée en juin-août 1927 et avril 1929, en colonies importantes sur les parties ligneuses jeunes.

12° *Chionaspis Lepineyi Balach.*

(*Hémiptères-Coccidae*)

Cette cochenille a été récoltée en juin 1927, sur les parties ligneuses, puis a été revue fort rarement; on ne saurait donc la compter parmi les insectes réellement nuisibles.

13° *Kermes vermilio Planchon*

(*Hémiptères-Coccidae*)

Le parasite mentionné dans notre précédent travail, mais qui n'avait pas été encore déterminé, est *Eucomys scutellata* Swed. (Hyménoptères-Chalcidae) (1).

Insectes de l'intérieur du bois

14° *Xyleborus monographus F.*

(*Coléoptères-Ipidae*)

De nombreux individus ont été récoltés en juin dans les galeries qu'ils creusaient à l'intérieur du tronc d'un gros chêne-liège, en juin, dans la forêt de la Mamora.

(1) Dét. Ch. Ferrière.

Instructions sur l'élevage et les lâchers de *Schedius Kuwanae* dans les postes forestiers.

Le *Schledius Kuwanae* est un petit insecte noir, ailé long d'environ 2 m/m., qui pond à l'intérieur des œufs de *Liparis dispar ;* les larves de *Schedius*, dès leur éclosion commencent à manger les œufs dans lesquels elles sont nées, contribuent ainsi à la destruction des *Liparis* ravageurs des chênes lièges ou autres arbres forestiers ou fruitiers.

Ces insectes sont d'origine japonaise et ont été importés aux Etats-Unis où ils exercent maintenant leur action utile ; à la demande de l'Institut Scientifique Chérifien, les Américains ont envoyé au Maroc des *Schedius* en 1926 ; l'élevage conduit à Rabat à partir de ce moment ayant bien réussi, il est possible de tenter cet été l'acclimation dans la forêt de la Mamora.

Chaque poste est doté de boîtes dans le fond desquelles se trouve une couche d'œufs de *Liparis* parasités par des larves de *Schedius ;* en outre, un papier buvard imprégné de miel ou d'eau sucrée permet aux insectes adultes de se nourrir.

Elevage et lâcher des Schedius : la boîte fermée doit être toujours placée dans une pièce bien éclairée, mais il ne faut jamais la laisser longtemps au soleil, car la chaleur s'élèverait jusqu'à tuer les insectes. Tant qu'il y a peu d'insectes adultes, garder ainsi la boîte en prenant soin d'humecter le buvard avec de l'eau sucrée ou du miel dans les trois ou quatre jours ; (pour cela enlever le bouchon supérieur de la boîte).

Lorsqu'au contraire la boîte se trouve garnie d'adultes par milliers, il convient d'effectuer un lâcher, l'heure la plus favorable est la fin de la matinée, vers 11 heures par exemple, car à ce moment il y a d'ordinaire beaucoup de lumière et de chaleur et pas de vent ; l'emplacement du lâcher est un arbre portant des pontes de *Liparis* en aussi grande abondance que possible ; la boîte étant portée à l'endroit choisi enlever la glace et laisser échapper les *Schedius* (la boîte peut être laissée plusieurs heures sur place jusqu'à ce que la majeure partie des insectes l'aient abandonnée).

Le lâcher effectué, il reste encore dans la bîte un assez grand nombre de *Shedius* qui serviront à poursuivre l'élevage pour cela avant de la refermer, vérifier qu'aucun insecte ou autre animal ne s'y est introduit puis *ajouter aux œufs qui y sont déjà une nouvelle couche d'œufs qui ont été ramassés à cet effet.*

La glace étant remise en place, rendre la boîte hermétique au moyen de mastic ou de papier collant. L'élevage doit être alors replacé dans les conditions premières; attendre à nouveau que les insectes soient très nombreux pour opérer un second lâcher.

Pendant les périodes les plus chaudes, les lâchers peuvent se succéder pour une même boîte à une vingtaine de jours d'intervalle environ.

UN PARASITE DES PINS PEU CONNU EN EUROPE

NEOPECKIA COULTERI (Peck) Sacc.

Par TR. SAVULESCU et T. RAYSS

Neopeckia Coulteri (Peck) Sacc. est un champignon qui a été trouvé par nous en Roumanie, dans les Carpathes méridionales, sur les sommets « Jepii Mari » et « Jepii Mici » (massif de Bucegi) le 21 mai 1927, sur les rameaux inférieurs de *Pinus pumilio* Hänke.

Par son aspect extérieur il ressemble beaucoup à *Herpotrichia nigra* R. Hartig et nous l'avons même récolté comme tel. Mais l'étude microscopique détaillée nous a fait voir qu'il s'agit d'un tout autre champignon. En effet, dans les asques de notre champignon, les spores sont disposées en une seule rangée, elles sont bicellulaires, elliptiques, brunes et entourées d'une membrane brune très foncée, tandis que chez *Herpotrichia nigra* R. Hartig les spores sont en deux rangées, incolores, fusiformes et constituées par quatre cellules. Nous avons pu identifier notre champignon avec *Neopeckia Coulteri* (Peck) Sacc., espèce très répandue dans l'Amérique du Nord et retrouvée en Europe par G. Moesz (1) en 1918. Cet auteur l'avait indiqué avec certitude seulement dans les localités suivantes : Hohe Tatra, Kistarpatak-Tal (15 juin 1909), près du lac de Köpatak (24 septembre 1909), à Zöldto (24 juin 1915 et juillet 1917), à Mlinicza-Tal (24 août 1916). Toutes ces stations se trouvent dans le massif de Tatra et partout le champignon y a été récolté sur les rameaux de *Pinus pumilio* Hänke. Moesz n'a pas trouvé ce champignon sur le matériel d'autres pays qu'il avait eu à sa disposition et, à notre connaissance, personne ne l'a indiqué ailleurs en Europe. (Voir les chapitres de « Systématique » et « Distribution géographique ».)

L'étude plus détaillée de ce champignon nous a paru de grand intérêt, non seulement parce qu'il est rare, mais aussi et surtout à cause des parti-

(1) Moesz (G.). *Botanikai Közlemények, Mycologiai Közlemények*, VII, 31 (1918), p. 60-65 et résumé allemand, p. 25-29.

cularités morphologiques et biologiques qu'il présente. Nos recherches ont porté sur le matériel vivant et fixé provenant des Carpathes méridionales (massif de Bucegi) et sur de nombreux échantillons des herbiers de provenance américaine.

Morphologie et Caractères cytologiques

Neopeckia Coulteri (Peck) Sacc. présente un mycélium noir filamenteux, qui forme autour des feuilles de *Pinus pumilio* Hänke une espèce de feutre plus ou moins dense, s'étendant de leur base quelquefois jusqu'à leur sommet, de sorte que ces feuilles paraissent entièrement noires ou bien noires seulement à leur base et d'un vert jaunâtre au sommet. Les feuilles et les rameaux courts se trouvent liés les uns aux autres et même aux rameaux longs voisins par des filaments mycéliens noirs et luisants qui forment par

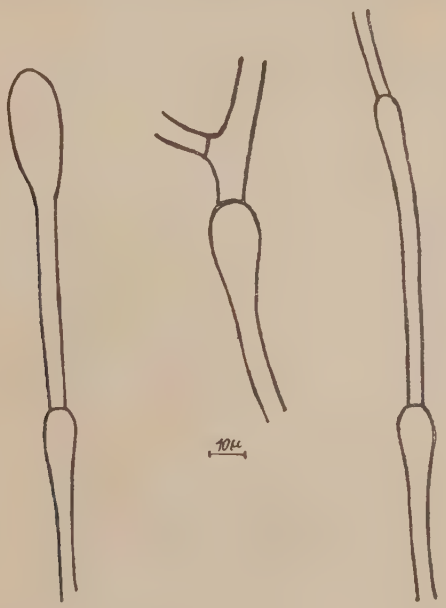


Fig. 1. — Renflements des filaments mycéliens.

places de véritables toiles (voir la planche I). En examinant le mycélium au microscope on voit qu'il est constitué par des filaments mycéliens élastiques à membrane très foncée, brune et assez grosse, divisés en cellules plus ou moins longues. Ces hyphes présentent quelquefois des portions renflées surtout vers le sommet ou immédiatement au-dessous d'une cloison transversale (*fig.* 1).

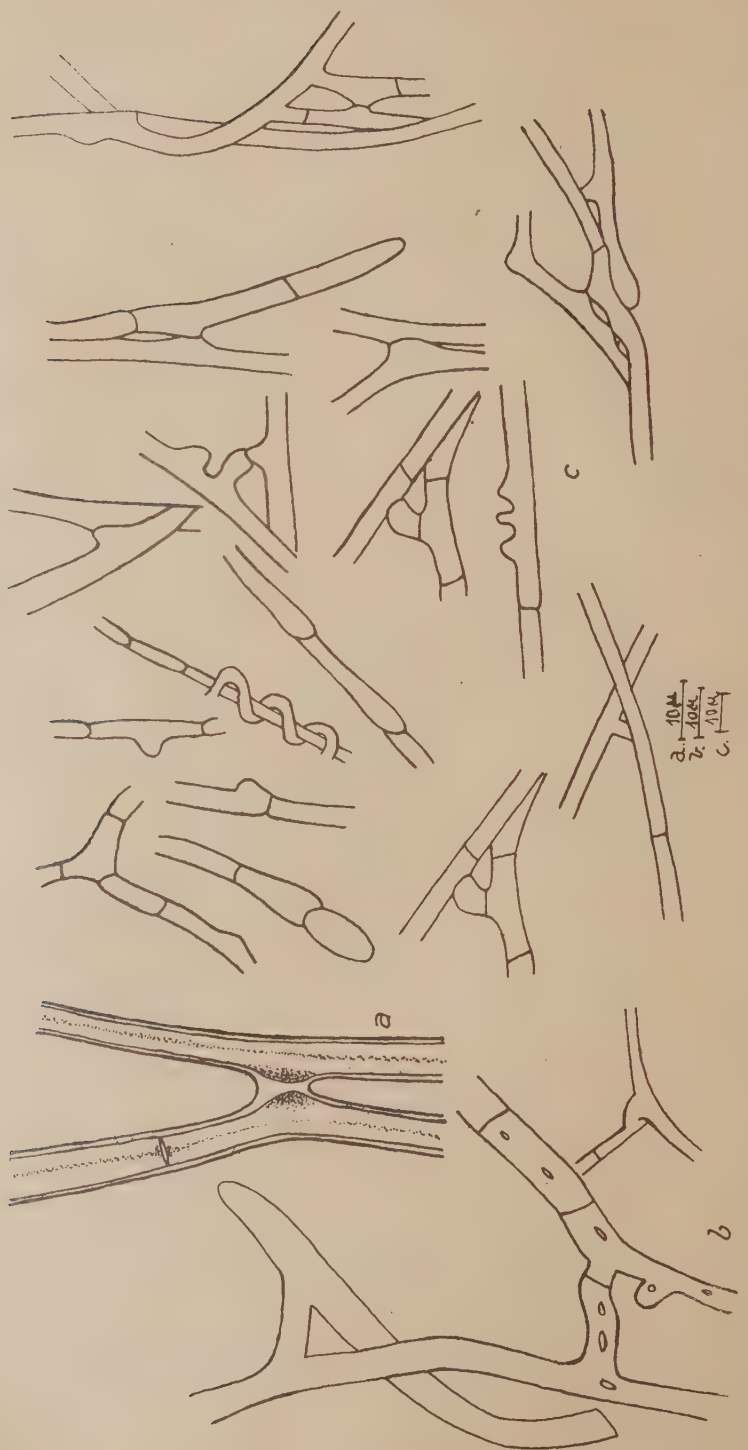


Fig. 2. — Enchevêtrements et anastomoses des filaments mycéliens.

Nous avons établi que ces renflements correspondent aux ascospores en germination. Les ascospores bicellulaires tombent sur les branches de l'hôte souvent couvertes déjà par le mycélium du champignon et germent soit par

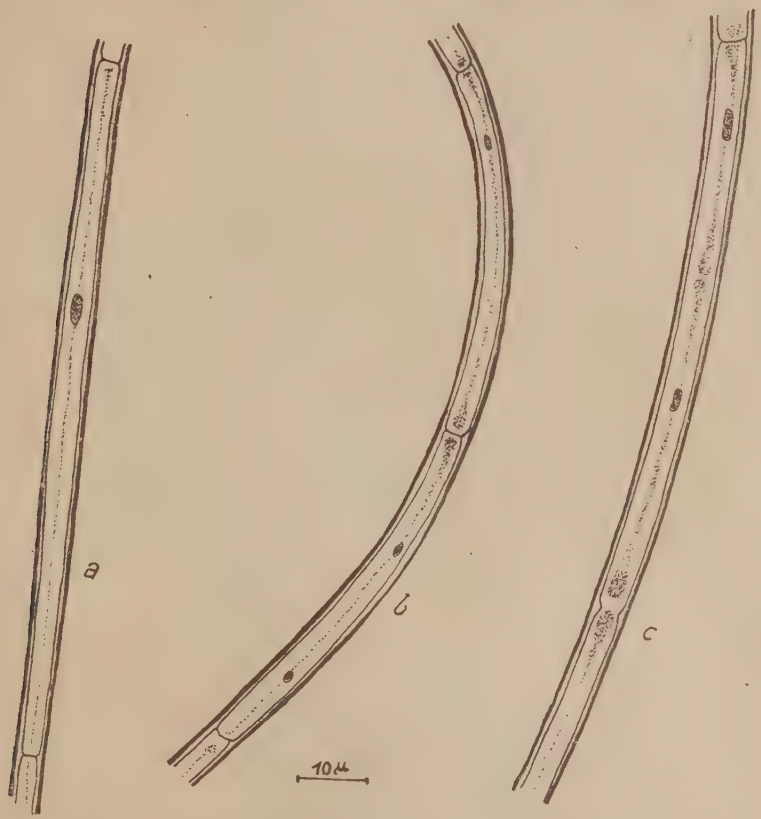


Fig. 3. — Cellules avec noyaux et traînées longitudinales du plasma : c) Formation de nouvelles membranes transversales.

leurs deux extrémités — et dans ce cas on trouve les deux renflements l'un à côté de l'autre sur le parcours du filament; soit chaque cellule de l'ascospore s'allonge de deux côtés — et alors on retrouve les renflements isolés. Si la rupture se fait entre les deux cellules de l'ascospore, il y a un seul renflement terminal.

Les filaments mycéliens se ramifient assez souvent et s'anastomosent les uns avec les autres, en formant de cette manière ces espèces de toiles, dont il a été question plus haut. Moesz (l. c. pag. 64) a figuré déjà une de ces anastomoses; nous en avons vu et figuré plusieurs. Lorsque deux filaments mycéliens se trouvent d'une manière ou d'autre en contact, à l'endroit

même de ce contact la membrane se gélifie (*fig.* 2 *a*) et de deux côtés apparaissent des prolongements sous forme de bec qui rappellent beaucoup les figures de conjugaison de *Spirogyra*. Ces becs semblent s'accroître en maintenant les deux filaments liés mais en les écartant de plus en plus l'un de l'autre (*fig.* 2 *b*).

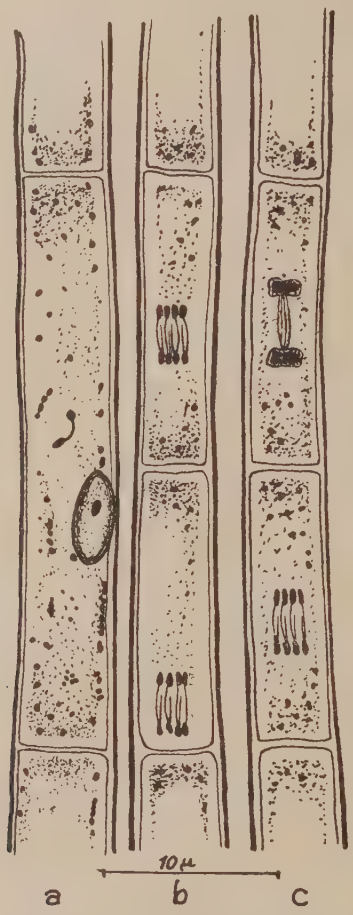


Fig. 4. — Cellules fortement grossies : *a*) cellule avec noyau au repos, on voit le nucléole et dans le plasma des cytosomes ; *b*) noyaux en division, stade d'anaphase ; *c*) noyaux en division, stades d'anaphase et de télophase.

Les becs se forment au contact de deux filaments, quelle que soit leur position réciproque et, une fois le bec formé, le filament reçoit une excitation sur toute sa longueur et produit sur son parcours d'autres becs qui peuvent ne pas trouver nécessairement un vis-à-vis pour s'anastomoser (*fig.* 2 *c*). La même hyphe peut s'anastomoser avec deux filaments diffé-

rents ou deux ou plusieurs fois avec le même filament (*fig.* 2). A un moment donné le mycélium se trouve formé par une masse inextricable de filaments dont les uns proviennent du mycélium d'hibernation, les autres résultent de la germination des ascospores, et les anastomoses multiples lient d'une façon plus intime tous ces filaments d'origine différente à l'endroit où ils se touchent.

Fig. 5. — Section à la base des feuilles. Entre les écailles et la feuille, on voit des amas noirs formés par trois mycéliums d'hibernation.

Les cellules des filaments mycéliens ont un diamètre transversal qui varie de 3—8 μ, le plus souvent il a la valeur de 4—5 μ. La longueur des cellules est de 40—80 μ, mais elle arrive jusqu'à 108 μ pour les filaments

qui se trouvent à la surface des aiguilles du pin et descend à 15 μ pour les filaments qui se trouvent à proximité des chambres stomatiques. Nos dimensions varient dans des limites plus grandes que celles indiquées par Moesz (l. c. p. 28).

Fig. 6. — Mycélium d'hibernation fortement grossi. Quelques cellules commencent à germer.

Pour l'étude cytologique nous avons fixé notre matériel sur place dans les fixateurs suivants :

1/ Alcool absolu

2/ Picroformol Bouin

Sol. aqueuse saturée d'acide picrique	60	parties
Formol	16	»
Acide acétique	4	»

3/ Fixateur de Regaud

Sol. aq. de bichromate de K. à 3%	16	»
Formol	4	»

Pour la coloration nous avons employé :

1/ Safranine :

2 gr. dissouts dans 100 cm. c. d'alcool absolu.

2/ Hématoxyline Hansen :

Hématoxyline 1 gr. dissout dans 10 cm. c. d'alcool absolu.

Alun 20 gr. dans 20 cm. c. d'eau distillée.
Permanganate de K. 3 cm. c.

Fig. 7. — Mycélium d'hibernation sorti des fissures de l'écorce des rameaux sous les feuilles. A droite, on voit différents stades de germination de ce mycélium.

3/ Hématoxyline ferrique de Heidenhain :

Hématoxyline	1 gr.
Eau distillée	80 cm. c.
Alcool à 95°	10 »
Glycérine	10 »

Le matériel fixé et coloré nous a permis d'observer les détails suivants :

Dans les cellules on observe des traînées longitudinales de plasma plus ou moins minces, cheminant d'une membrane transversale à l'autre et qui s'élargissent en arrivant en face de ces membranes. Dans les traînées de plasma se trouvent un ou quelquefois deux noyaux avec un nucléole excentrique. Sur le nucléole et à la périphérie du noyau l'hématoxyline ferrique est intensément fixée, tandis que la portion intermédiaire est peu chromatique. Le noyau nous apparaît comme dans la *fig. 4a*. Lorsqu'il n'y a qu'un noyau, il est généralement central, allongé, elliptique, rarement sphérique; lorsqu'il y en a deux, ils s'écartent, s'allongent, et on voit apparaître à mi-distance entre eux le commencement d'un cloisonnement transversal (*fig. 3a*).

Le diamètre longitudinal du noyau est de 2-3 μ. En colorant à l'hématoxyline ferrique, on voit très bien à l'intérieur des cellules, dans le plasma, de nombreux cytosomes de forme variée ; la plupart sont ronds et

isolés, d'autres sont en amas ou en chaînettes, en forme d'haltère ou fusiformes (*fig. 4a, b, c*). On les voit aussi à la périphérie des noyaux. Les cytosomes font défaut dans les filaments des couches superficielles des périthèces

Fig. 8. — Feuilles de Pin (grossies deux fois et demi), liées au sommet par le mycélium. On voit à la surface des lignes de points noirs qui correspondent aux pelotons mycéliens en face des stomates.

Fig. 9. — Pelotons mycéliens remplissant les chambres suprastomatiques.

et dans ceux qui se trouvent à la surface libre du mycélium et qui sont souvent dépourvus même de tout contenu vivant.

Toujours à l'aide de l'hématoxyline ferrique, nous avons pu observer de jolies figures de karyokinèse surtout dans les cellules courtes. Dans le stade d'anaphase (*fig. 4b, c*) on peut facilement compter le nombre de chromosomes (= 4) et voir leur forme. On voit aussi nettement le fuseau nucléaire.

Nous avons réussi à suivre la formation des membranes transversales dans les filaments mycéliens. En effet, dans les cellules plus longues, où le noyau est déjà divisé en deux, et les deux noyaux-fils se sont éloignés l'un de l'autre, on aperçoit à peu près à moitié de distance entre eux, que le filet

Fig. 10. — Pénétration du mycélium dans la cuticule de l'épiderme.

de plasma s'épaissit en formant deux bourrelets plus denses séparés par une mince zone hyaline. Sur la paroi interne du filament mycélien apparaît un épaississement sous forme d'anneau qui s'avance de la périphérie vers le centre, en se refermant à la manière d'un iris. La membrane transversale s'établit mais, même quand elle est nettement visible, on remarque encore les traînées de plasma épaissies sur les deux surfaces (*fig.* 3 *b* et *c*).

Ainsi donc nous pouvons considérer les cellules du mycélium comme uninuclées, quoique on trouve souvent des cellules à deux et même à trois noyaux.

Mycelium d'hibernation

En pratiquant des coupes microtomiques au sommet d'un rameau long, à l'endroit où plusieurs rameaux courts en sortent de tous côtés, nous avons réussi à mettre en évidence le mycélium d'hibernation, organe de résistance qui n'était pas encore connu chez *Neopeckia Coulteri* (Peck) Sacc. La figure 5 nous montre la section des deux feuilles au niveau de leur insertion. Les

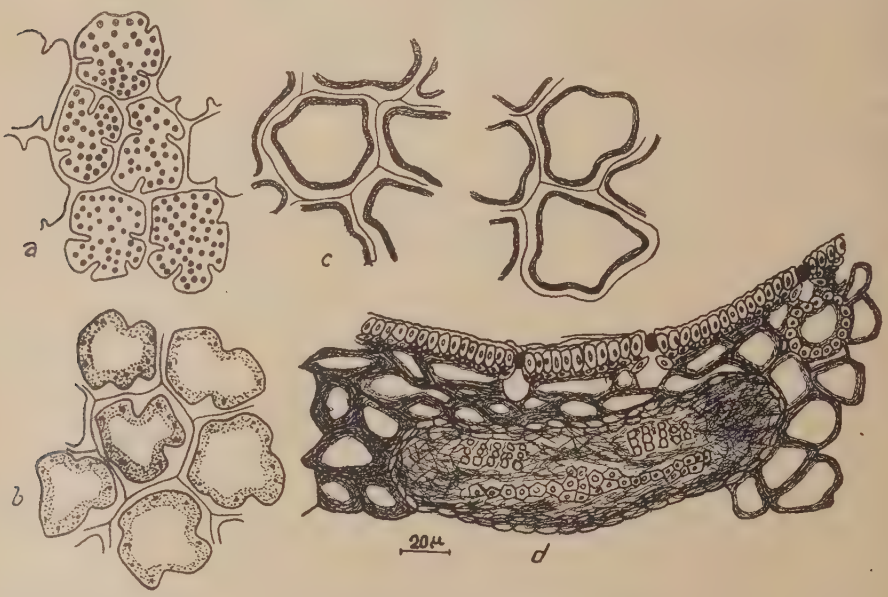


Fig. 11. — Action du champignon sur la membrane et le contenu des cellules de l'hôte : *a*) cellules assimilatrices normales ; *b*) cellules plasmolysées aux parois gonflées, le contenu plasmolysé et refoulé vers les parois ; *c*) gélification des membranes et formation des lacunes ; *d*) portion d'une feuille avec les cellules modifiées par le parasite.

lignes sinueuses à gauche et en bas, sont les écailles de la base du rameau. Ces feuilles et ces écailles sont entourées par les filaments mycéliens du champignon, longs et touffus, formant à l'extérieur une enveloppe feutrée assez dense. Mais en bas entre l'écaille et la feuille on voit trois petits amas cellulaires constitués par des cellules courtes et trapues, à membrane très grosse et pourvues d'un seul noyau (*fig.* 6). Ce mycélium d'hibernation ne se trouve pas seulement entre les écailles et les feuilles, mais aussi dans les fissures des rameaux longs qui prennent par suite une teinte charbonneuse. Si on fait sortir ce mycélium d'hibernation à l'aide d'une aiguille,

on voit des massifs noirs, charbonneux, coralliformes, constitués par des cellules petites et serrées à membrane très épaissie (*fig.* 7). De ces massifs partent au moment de la germination des filaments toujours à membrane très épaissie mais brune et ces filaments se prolongent en des cellules allongées à membrane brune et plus mince, qui ne diffèrent en rien des hyphes habituelles et qui envahissent progressivement la surface des feuilles. Chaque cellule du mycélium d'hibernation peut en germant former un filament mycélien et par suite l'envahissement printanier se fait à partir des rameaux et des écailles vers le sommet des feuilles. Nous avons retrouvé le mycélium d'hibernation sur les échantillons de provenance américaine que nous avons étudiés dans l'herbier du Muséum de Berlin. Nous aurons l'occasion de revenir sur le mycélium d'hibernation dans le chapitre de biologie.

Fig. 12. — Microphotographie montrant une feuille avec des lacunes provenant de la dissolution des parois par le champignon. Les taches noires correspondent aux produits de dégénérescence des cellules.

Relations entre le Champignon et l'Hôte

Nous avons vu que les filaments mycéliens cheminent à la surface des rameaux et des feuilles en s'anastomosant et en formant des feutres plus ou moins denses. En examinant à la loupe les aiguilles du pin attaqué, on voit à leur surface des séries de petits points noirs, disposés à égale distance l'un de l'autre (*fig.* 8) : ces points correspondent aux stomates. Nous avons pratiqué des séries de coupes à la main et au microtome et nous avons vu

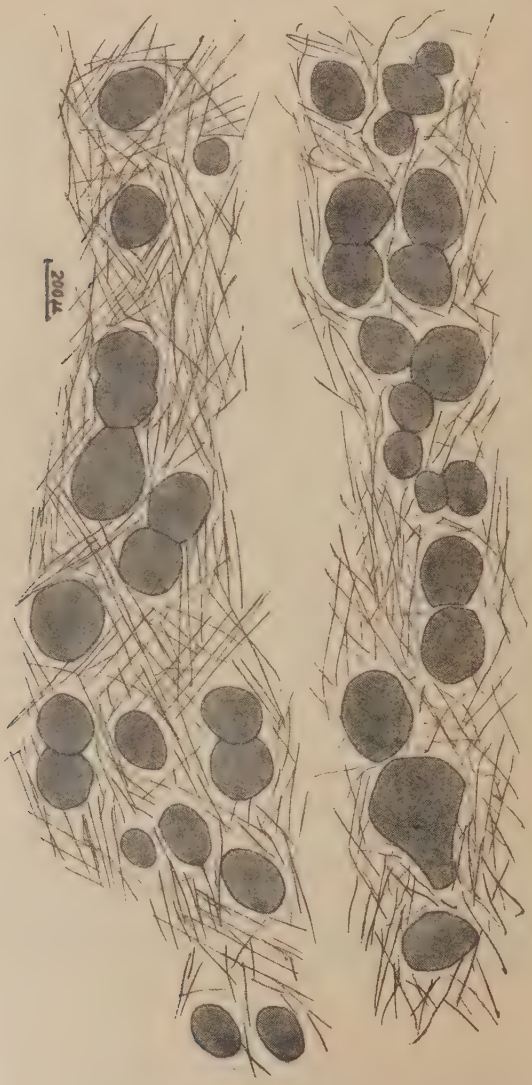


Fig. 13. — Séries de périthèces formés en face des rangées stomatiques.

que les filaments mycéliens cheminent sur toute l'étendue de la cuticule foliaire et chaque fois qu'ils rencontrent un stomate, ils commencent à se diviser d'une façon plus active et poussent dans la chambre supra-stomatique un gros peloton formé par des articles courts et renflés (*fig.* 9). Ce sont ces pelotons qu'on voit à la loupe sous forme de petits points alignés. Par contre, nous n'avons jamais vu le mycélium pénétrer par l'ostiole dans la chambre sous-stomatique, ce qui s'explique du reste par le fait que le diamètre des hyphes dépasse de beaucoup l'ouverture stomatique. Le champignon semble y rechercher l'humidité, sans exercer une action parasitaire proprement dite. Nous avons pourtant observé des effets plus directement parasitaires et notamment la pénétration des filaments mycéliens dans la cuticule. *Neopeckia Coulteri* ne forme pas des suçoirs tels qu'on les a décrits

Fig. 14. — Section tangentielle dans une feuille attaquée avec les pelotons caractéristiques et les périthèces en face des stomates.

pour *Herpotrichia nigra* (1); mais de place en place on observe que la cuticule de l'hôte est percée par la pointe d'un filament qui correspondrait à un suçoir (haustorium). Ce dernier arrive à la face interne de la cuticule et s'y arrondit (*fig.* 10) : la cuticule au voisinage de cet endroit et même la cellule épidermique sous-jacente brunissent légèrement. Les suçoirs percent souvent la cuticule entre deux cellules épidermiques voisines (*fig.* 10*e*), mais il y en a aussi qui pénètrent la cuticule en face d'une cellule épidermique. Une fois un pareil suçoir formé, le filament du champignon paraît recevoir l'excitation à la formation d'autres prolongements semblables (*fig.* 10*c*), comme nous l'avons déjà observé à l'occasion de formation des becs d'anastomose — à côté d'un haustorium il s'en forme souvent d'autres qui percent ou ne percent pas la cuticule sous-jacente. Ces haustoria sont très faciles à observer, même sans réactifs spéciaux à cause de la membrane brune des hyphes qui se détachent avec beaucoup de netteté sur le fond jaunâtre de la cuticule. Il est probable que le champignon utilise pour y pénétrer les fissures qu'il trouve sur la surface de la cuticule.

Si l'action directe du champignon ne paraît pas être très importante pour l'hôte, l'action indirecte se manifeste d'une façon évidente et intéresse tous les tissus vivants de la feuille. Les cellules assimilatrices, les cellules secrétrices des canaux résinifères, le liber et le tissu aréolé qui entoure le liber subissent des modifications successives jusqu'à leur dépérissement complet. Les cellules sclérifiées de l'hypoderme, la gaine sclérifiée qui entoure les canaux secréteurs, le sclérenchyme et les trachéides du cylindre central ne subissent aucune modification. Cette action spécifique du champignon sur les cellules à parois cellulosiques et son indifférence pour les éléments à parois lignifiées est due probablement au fait qu'il secrète seulement des ferments cellulosiques (cytases) et ne secrète pas des hadromases. L'action du parasite sur les parois cellulosiques se manifeste tout d'abord par le fait que les membranes gonflent et arrivent à une épaisseur deux ou trois fois plus grande que l'épaisseur normale (*fig.* 11*b*). Ce gonflement est surtout visible dans les cellules assimilatrices. Les parois de ces cellules ont une épaisseur normale de 5-7 μ ; dans les cellules influencées par le parasite l'épaisseur arrive jusqu'à 14-15 μ. Les replis internes caractéristiques s'effacent peu à peu et disparaissent à la fin. La lame moyenne des parois devient visible dans ces cellules modifiées. Cette gélification de la

(1) Voir Hartig ; Lehrbuch der Baumkrankheiten, II Auf. (1889). Du reste Sturgis (Herpotrichia and Neopeckia, *Phytopathology* (1913), vol. III p. 152-155), n'est pas de l'avis de Hartig et considère les haustoria de ce dernier comme des fissures produites dans la paroi extérieure et épaisse des cellules épidermiques de l'hôte par le mycélium dense qui les recouvre les tue et les dessèche. Ce champignon présenterait ainsi un exemple frappant des effets destructeurs d'un épiphytisme combiné au parasitisme.

membrane progresse jusqu'au moment où les lames cellulosiques disparaissent (*fig.* 11*c*) et dans le parenchyme assimilateur apparaissent des lacunes irrégulières. La même chose se passe dans le cylindre central et dans tous les tissus vivants. L'influence indirecte du parasite est due aussi probablement à la sécrétion d'une toxine (ou un poison) qui provoque des réactions caractéristiques dans le contenu cellulaire de tous les tissus vivants.

Fig. 15. — Différents stades dans la formation des périthèces.

Dans le parenchyme assimilateur les cellules perdent leur turgescence et sont plasmolysées. Le plasma est refoulé vers les parois et au milieu des cellules se forme une vacuole qui s'agrandit au fur et à mesure que la masse du protoplasma diminue. Les chloroplastes sont fragilisés sous l'action du parasite. Les chloroplastes restants sont encore visibles dans le plasma au commencement, puis ils disparaissent complètement. La chlorophylle disparaît aussi. Les produits de dégénérescence dans le contenu de la cellule ont d'abord une couleur vert-jaune, puis jaune et à la fin brun-rougeâtre. La brunissure du contenu cellulaire est plus intense dans le parenchyme assimilateur et surtout sous l'hypoderme de la face médiane plane de l'aiguille qui devient ensuite concave (*fig.* 11*b*). A la fin du procès de dégénérescence déclanché par le parasite, les cellules deviennent irrégulières, aplaties, vacuolisées et on voit dans l'écorce et dans le cylindre central comme toutes les cellules sont remplies d'une masse brune rougeâtre caractéristique (voir la microphotographie *fig.* 12).

On peut très bien suivre le processus de dégénérescence surtout vers le sommet des feuilles à l'endroit où le mycélium s'avance seulement pour les envahir. Nos observations sur l'action de *Neopeckia Coulteri* confirment en tout les idées de J. Beauverie sur l'action des champignons parasites sur les plantes hôtes (1).

Les Périthèces et les Asques

Neopeckia Coulteri ne présente pas de formes conidiennes et pour sa multiplication n'a que des périthèces. Dans le feutrage des filaments mycéliens, recouverts par eux et étroitement appliqués contre la feuille, apparaissent déjà au mois de mai des périthèces, qu'on voit à l'œil nu comme de petits points noirs. Ils se forment en général par petits groupes et de prédilection en face des rangées stomatiques (*fig.* 13).

La figure 14 nous montre une section tangentielle dans une feuille de *Pinus pumilio* attaquée par notre champignon on voit le mycélium recouvrir la surface de la feuille en formant de petits amas à l'endroit des chambres stomatiques. Cette section étant oblique, on voit au-dessus de la deuxième rangée des stomates trois périthèces alignés et, à la même dis-

(1) J. Beauverie. La résistance plastidaire et mitochondriale et le parasitisme. *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, t. 172, p. 1195, 9 mai 1921) : Sur les modes de dégénérescence des chloroplastes particulièrement dans le parisitisme (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 183, p. 141-143, 12 juillet 1926) ; Action du parasite sur la résistance du chondriome-plastidome, sa fragilisation et l'alternation de la structure cellulaire (*Association franç. pr. Avanc. des Sciences*, Lyon 1926) ; Quelques aspects de la dégénérescence des plastes, application au parasitisme (*Revue génér. de Botanique*, *t.* 40, 1928).

tance, donc au niveau de la troisième rangée des stomates, encore un périthèce formé.

Nous avons pu suivre de plus près la formation de ces périthèces : au

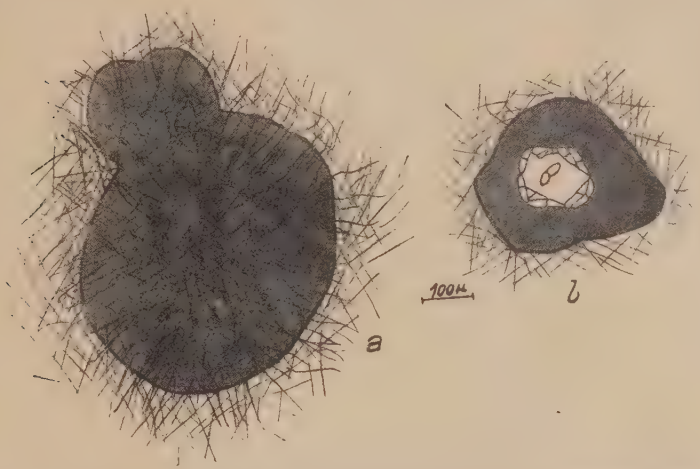


Fig. 16. — *a*) Périthèce anormal avec un prolongement en bec ; *b*) périthèce ouvert, vu d'en haut.

début un filament mycélien s'enroule en spirale; quelquefois ce sont deux filaments qui s'enroulent ainsi, mais dans les deux cas les membranes extérieures de ces spirales s'épaississent visiblement (*fig.* 15c). Les divisions cellulaires se faisant d'une façon très active dans ces endroits, on voit bientôt se former d'assez gros pelotons à paroi extérieure épaissie : ce sont les jeunes périthèces et l'on voit quelquefois un prolongement qui en sort (*fig.* 15 *b* et *c*). Le périthèce mûr est sphérique ou légèrement allongé et peut avoir de 220-470 µ de largeur et de 220-370 µ de hauteur. Les périthèces s'ouvrent par un petit orifice peu proéminent situé dans leur partie médiane : c'est un ostiole très petit, d'origine schizogène, de 91-96 µ (Microphotographie Pl. II). La figure 16 *b* montre un périthèce ouvert vu d'en haut. Dans un cas exceptionnel figuré par nous (*fig.* 16 *a*) le périthèce avait un prolongement en bec et sa longueur est arrivée à 648 µ (fig. 17). Les périthèces mûrs ont une structure particulièrement caractéristique. La péridie, comme on le voit dans la microphotographie (Pl. II) est formée par trois couches bien distinctes. La couche extérieure est formée par les filaments à membrane très grosse et brune-noirâtre qui donne à la péridie un aspect presque charbonneux. Cette couche est résistante et passe d'une façon irrégulière à la deuxième couche moyenne, formée par des filaments à lumen plus grand,

moins denses, avec la membrane brune plus mince que dans la couche extérieure. La troisième couche, interne, tapisse le périthèce en dedans et est formée par des filaments blanchâtres, à membrane incolore et mince et avec contenu protoplasmique. C'est la couche fertile qui produit à la base

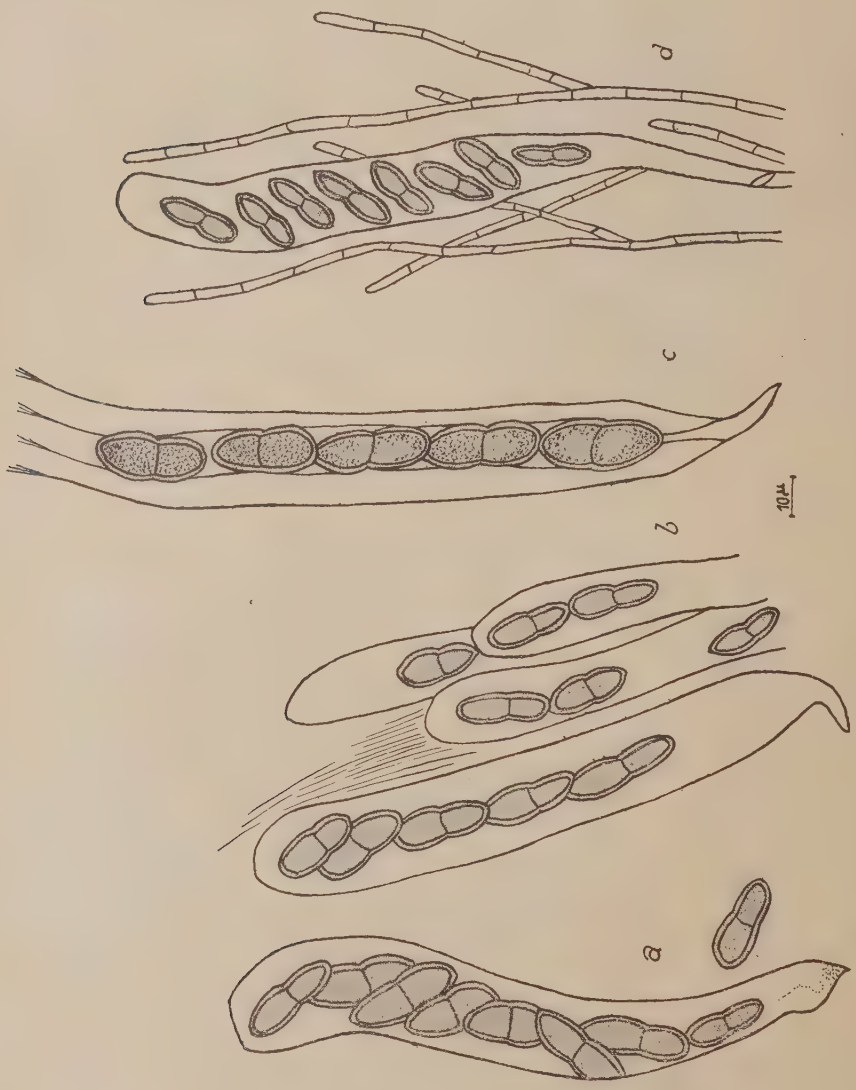


Fig. 17. — Asques, ascospores et paraphyses ; *c*) asque se gélifiant au sommet.

du périthèce les asques et les paraphyses. La péridie en général mesure 40-50 µ d'épaisseur.

Les asques (*fig.* 17) sont linéaires, cylindriques, longues de 136-200 µ.

larges de 14-20 μ et contiennent 8 ascospores bicellulaires, elliptiques, étranglées au milieu et entourées d'une grosse membrane brune. La longueur des ascospores est de 20-27 μ, leur diamètre transversal de 71-10 μ (*fig.* 18).

Les deux cellules sont rarement égales et identiques, le plus souvent

Fig. 18. — Différentes formes d'acsospores. A droite, les deux ascospores sont en germination.

l'inférieure est amincie au bout et un peu déviée en virgule. La variabilité de la forme des spores de *Neopeckia Coulteri* a été étudiée par Boyce (1) et notre dessin (*fig.* 18) montre quelques unes de ces formes observées par nous et aussi leur germination.

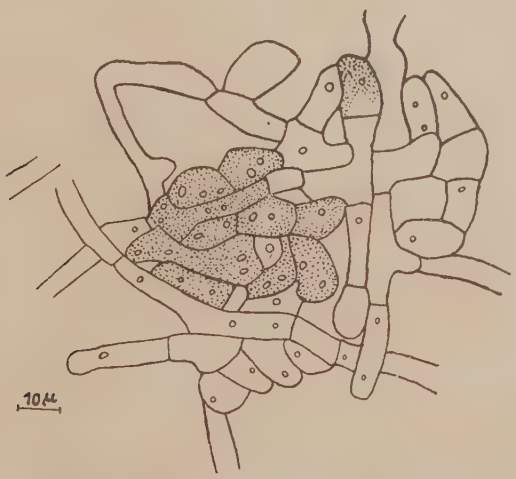


Fig. 19. — Filaments ascogènes coenocytiques multinucléés et leur passage au stade binucléé.

Les asques s'ouvrent en se gélifiant au sommet (*fig.* 17 *c*) et laissent les ascospores sortir à l'intérieur du périthèce. Entre les asques se trouvent les

(1) Boyce : Spore-variation in Neopeckia Coulteri. (*Phytopathology* VI ([1916] 307).

paraphyses qui sont longues, filamenteuses, simples ou peu ramifiées, de 2-3 μ de diamètre, multicellulaires. Chacune de ces cellules est un peu renflée au sommet et légèrement amincie vers sa base (*fig.* 17 *d*). Les paraphyses ne dépassent pas la longueur des asques et quand elles sont ramifiées, leurs rameaux n'atteignent pas la longueur de l'axe principal. Pour voir les paraphyses il faut examiner les périthèces tout jeunes, parce qu'ensuite elles se gélifient et concourrent par leur masse gélifiée à l'éjaculation lente des ascospores en dehors du périthèce.

Nous avons pu suivre sur le matériel coloré à l'hématoxyline quelques stades de la reproduction sexuelle de notre champignon. Nous n'avons pas

Fig. 20. — Stade initial de la formation de l'asque.

trouvé dans nos préparations les premiers stades du développement : ascogone, trophogone, gamétophore. Le stade le plus jeune que nous avons pu observer correspond aux hyphes ascogènes. Les filaments ascogènes sont multinucléés (cœnocytiques) *fig.* 19) et se forment au centre du jeune périthèce. Ils sont plus ou moins irrégulièrement ramifiés, renferment un protoplasma plus riche, plus granuleux et qui fixe le colorant d'une façon plus intense que les cellules environnantes. Quelques-unes de ces hyphes ascogènes cœnocytiques forment parmi les hyphes environnantes des prolongements pareils à ce qu'on a nommé « trichogyne ». Mais bientôt ces prolongements subissent les mêmes transformations que la partie basale des hyphes ascogènes. Le stade multinucléé des hyphes ascogènes est suivi d'un stade binucléé, lorsque à la suite du cloisonnement se forment des cellules plus courtes et à deux noyaux (*fig.* 19). Nous n'avons pas vu dans ces cellules la fusion des noyaux et par conséquent ne pouvons pas affirmer qu'elles fonctionnent comme des diplogamètes. Nous avons trouvé aussi le stade initial de la formation de l'asque (*fig.* 20) qui se fait d'après le type en crochet. La cellule terminale est binucléée, la cellule sous-jacente et celle qui forme l'extrémité sont uninucléées. Malgré nos recherches, il nous a été impossible

de trouver des stades plus avancés de la formation des asques, mais d'après ce que nous avons pu voir, on doit rattacher la formation des périthèces de *Neopeckia Coulteri* au type *Peltigera* étudié par M. et Mme Moreau (1) et aux Ascomycètes autonomes tels que *Pyronema, Rhizina, Ascobolus*, aux jeunes hyphes ascogènes multinucléées. Le développement complet de *Neopeckia Coulteri* se fait sous deux régimes successifs : celui de l'haplophase représenté par le mycélium uninucléé et celui de la dikaryophase qui commence dans le périthèce avec les cellules binucléées des hyphes ascogènes et dure jusqu'au moment de la formation du jeune asque. La diplophase paraît être extrêmement réduite et limitée au moment où les deux noyaux se fusionnent dans l'asque.

Biologie

Neopeckia Coulteri (Peck) Sacc. croît en abondance là où les rameaux des *Pinus pumilio* sont encore recouverts par la neige et appliqués contre la terre. Il nous semble que l'atmosphère humide qui se forme sous la couverture de neige à l'intérieur des touffes du Pin favorise le développement du champignon, car les rameaux au sommet des touffes qui ont été plus tôt dépourvus de neige ou ceux qui accidentellement en ont été déchargés, ont des feuilles vertes non attaquées. Les périthèces chez *Neopeckia Coulteri* ne jouent pas le rôle d'organes de résistance, comme chez les autres Sphériacées et en général chez les Ascomycètes (à l'exception des Erysiphacées), mais ils servent d'organes de propagation au printemps et au commencement de l'été. *Neopeckia Coulteri* ne présente même pas en dehors d'asques et d'ascospores, d'autres organes auxiliaires de propagation en été. C'est le mycélium d'hibernation qui est l'organe de résistance. Il se trouve en hiver entre les écailles à la base des feuilles et dans les fissures de l'écorce des rameaux et de là, avant que la neige soit fondue, il croît vers les sommets des rameaux en envahissant les feuilles. L'infection se fait chaque année de bas en haut et a comme point de départ le mycélium d'hibernation. On trouve toutefois des feuilles qui sont envahies du sommet vers la base et dont les écailles et les rameaux sont dépourvus de mycélium d'hibernation. Dans ce cas l'infection est due au contact entre les feuilles malades et les feuilles saines et le mycélium des feuilles malades s'étend et couvre les feuilles saines en les entourant comme d'une toile d'araignée et en les infectant.

Les périthèces apparaissent tout au commencement, quand le jeune mycélium se trouve sur les feuilles ; ainsi le 10 mai 1927, nous avons trouvé

(1) F. et Mme Moreau : Les phénomènes cytologiques de la reproduction chez les Champignons des Lichens. (*Le Botaniste*, série XX, fasc. 1 et 2, Janvier 1928.)

sur le mycélium qui couvrait les feuilles de Pin encore sous la neige des périthèces déjà formés avec des ascospores mûres prêtes à germer. Beaucoup d'ascophores étaient déjà sorties des périthèces et germaient sur les feuilles donnant naissance au mycélium jeune qui s'anastomosait et s'intriquait avec les filaments issus du mycélium d'hibernation de la façon caractéristique que nous avons décrite. Les périthèces deviennent de plus en plus rares vers la fin du mois de mai et le 15 juin nous n'avons plus trouvé d'asques mûrs (nos observations ont été faites pendent deux années successives); vers cette époque commence à se former le mycélium d'hibernation et le mycélium végétatif meurt en se desséchant. Donc, nous constatons chez *Neopeckia Coulteri* une inversion dans le rôle des périthèces.

Quels sont les facteurs qui déterminent l'apparition des périthèces au début de la végétation, apparition qui, à son tour, détermine l'inversion du rôle des périthèces, organes éminemment de résistance? Ce sont certainement les conditions de la vie alpine associées aux conditions spéciales, dans lesquelles *Neopeckia Coulteri* est forcée de vivre, sur les feuilles et les rameaux de *Pinus pumilio*.

Les recherches expérimentales de Klebs (1) sur les conditions de formation des organes sexuels chez les algues et les champignons et les recherches de Ravu (2) et Celakovsky (3) ont prouvé que la transpiration plus ou moins intense joue le rôle décisif pour l'apparition des organes sexuels (anthéridies et ascogones chez les champignons qui mènent à la formation des périthèces et des apothécies) ou d'organes asexuels (conidies, etc.). D'après Klebs, pour que le processus sexuel se passe chez les champignons, il est nécessaire que l'humidité ambiante de l'air ait la valeur de 85 %-95 %, donc très grande. Cette condition est réalisée pour *Neopeckia Coulteri* d'une manière parfaite, car sa végétation commence sous la couche de neige qui forme au-dessus une espèce de toit protecteur et surtout sur les rameaux inférieurs des *Pinus pumilio*, à proximité de la terre saturée par l'eau. L'humidité prononcée de l'atmosphère au commencement de la végétation — due à l'habitat de *Neopeckia Coulteri* — a comme conséquence une diminution de transpiration. Ravu et spécialement Celakovsky (*l. c.*) ont démontré d'une manière décisive le rôle essentiel de la transpiration pour l'apparition des organes sexuels ou asexuels chez les champignons. Une transpiration active (humidité atmosphérique basse) provoque l'apparition des organes asexuels (conidies), tandis qu'une transpiration diminuée (humidité atmosphérique haute)

(1) Klebs : Beding, der Fortpflanzung bei einigen Algen u. Pilzen (1896) ; Fortpfl. der Gewächse in Handbuch der Naturwissenschaften IV. 384 (1913).

(2) Ravu : Über einige Helminthosporiumarten (*Zeitschrift für Pflanz. Krankheiten* XI 1901).

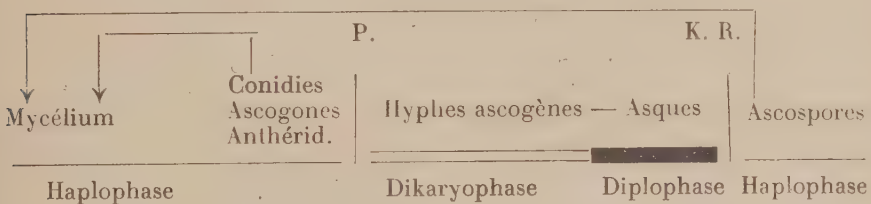
(3) Celakovsky : Beiträge zur Fortplanz. Physiologie der Pilze (*Kgl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften*, 1906).

provoque l'apparition des organes sexuels. Pour *Neopeckia Coulteri*, la diminution de la transpiration est due non seulement à l'humidité atmosphérique, mais aussi à la température basse qui règne sur les sommets des montagnes au printemps.

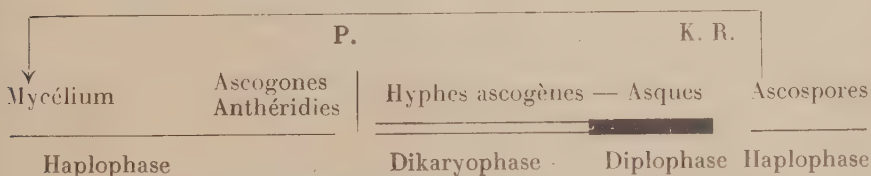
De tout ce que nous venons de dire, il résulte que la diminution de la transpiration joue le rôle décisif pour la formation des périthèces au commencement de la végétation, cause qui détermine aussi l'inversion du rôle des périthèces. Mais seulement l'expérience par laquelle on fera varier successivement tous ces facteurs (humidité, chaleur, lumière, pression d'oxygène, etc.) en maintenant constants les autres, donnera la solution définitive de ces problèmes d'intérêt biologique tout particulier.

Puisque les formes asexuelles des organes de multiplication font défaut chez *Neopeckia Coulteri*, l'alternance des phases caractéristique pour les Ascomycètes en général se trouve ici modifiée.

Au lieu de :



On trouve :



P = Plasmogamie K = Karyogamie R = Réduction chromatique

L'haplophase est développée et liée à la dikaryophase, qui est parasite sur la première, La diphlopase est représentée seulement par l'asque jeune au moment où les deux noyaux du synkarion fusionnent.

Systématique

Notre champignon entre dans la classe des *Ascomycètes*, ord. *Pyrénomycètes*, sous-ord. *Sphæriales*, fam. *Sphæriaceæ*, sous-fam. *Phœodidymæ*.

Appartient au genre *Neopeckia* Sacc. (Syll. Fung. IX 749 (1891) ; XI 317 (1895) ; XII 466 (1897) ; XIV 558 (1899) ; XVI 506 (1902) ; XX 192 (1911) ; XXI 186 (193). Synonyme du genre *Didymotrichia*, Berles, Descr. nuovi gen. Pyr. p. 5 Atti congr. bot. Genov. (1892).

Spécifiquement appartient à *Neopeckia Coulteri* (Peck) Sacc. in Torr. bot. Club 127 (1883) ; Sacc. Syll. Fung. IX 749 (1891) ; XII 466 (1897) ; XIII 845 (1898); Lindau in Engler u. Prantl, Natürl. Pflanzenfam. I 1.396 (1897) ; Sturgis, Herpotrichia and Neopeckia, *Phytopathology* III, 152-158 (1913); Oudemans, Enum. Syst. Fung. I, 495 (1919); Moesz, Mycologiai Közlemények (*Bot. Közlemények*, VII 31 1918).

Syn. *Sphœria Coulteri* Peck in Hayden's U. S. Geol. Survey 792 (1872), *Lasiosphœria Coulteri* Sacc., Syll. Fung. II 207 (1883).

Lasiosphœria acicola Cooke in Grevillea VIII.87 (1883); Sacc., Syll. Fung. I 727 (1882) ; Ellis B. J. and Everhart, The north american Pyrenomycetes 147 (1892).

Lasiosphœria Coulteri (Peck) Ellis B. J. and Everhart *l. c.*

Amphisphœria acicola Sacc., Syll. Fung. I 727 (1882).

Échantillons d'Herbier examinés par nous

pour Neopeckia Coulteri

Amérique du Nord :

1) Plants of Nevada, from the Rocky Mountain Herbarium. University of Wyoming, Laramie n° 1978. On *Pinus albicaulis*. July 8 (1912). Collectors : Aven Nelson and J. Francis Macbridge, det. by Dr. Fred J. Seaver (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

2) Herb. W. G. Farlow, on *Pinus contorta*, Sierra Nevada Mounts, Cal. Sept. 18 (1882), coll. : C. G. Pringle (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

3) Herb. H. W. Karkness. On dead leaves of *Pinus contorta*, Sierra Nevada,, I. Aug. (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

4) Ellis, North american Fungi, N. 342. On dead leaves of *Pinus contorta*, Rocky Mts, Cal. Dr. H. W. Karkness (!Herb. Mus. Vind.)

5) United States Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry, Pathological collections, mycological exchange N° 1103, on *Pinus murrayana*, Silver Lake, Sept. 5 1914 (! Herb. Barbey-Boissier, Genève).

Europe :

6) Hoche Tatra, auf Nadeln v. *Pinus pumilio* VIII (1916). Mlinitza Tal, leg, Bäumler, det. et prep. Dr. R. Doht, une admirable préparation microscopique faite d'après le matériel provenant de Tatra et d'après laquelle Moesz (*l. c.*) a fait ses microphotographies (! Herb. Mus. Vind.).

7) Bucegi, sur les feuilles de *Pinus pumilio* V. VI (1927, 1928) col. et det. Tr. Savulescu et T. Rayss.

Habitat :

Sur les feuilles et jeunes rameaux de différentes espèces de Pins. En Amérique du Nord sur *Pinus albicaulis*, *P. murrayana* et *P. contorta* ; en Europe exclusivement sur le *Pinus pumilio*. Oudemans (*l. c.*) indique pour *Neopeckia Coulteri* comme plante nourricière le *Pinus silvestris* et non le *Pinus pumilio* : c'est certainement une erreur.

Noack dans Sorauer, Handb. d. Pflanzenkrankheiten 5e *éd.* II, page 594 (1928) indique aussi par erreur que *Neopeckia Coulteri* a été trouvée en Europe sur *Picea excelsa* et *Juniperus nana*. Cette indication repose sur une fausse interprétation des données de Moesz (*l. c.*). Ce dernier avait des exemplaires de *Picea excelsa* et de *Juniperus nana* attaqués par un champignon qu'il n'a pas pu identifier ni comme *Neopeckia Coulteri*, ni comme *Herpotrichia nigra*, à cause de l'absence des périthèces et qu'il a rangé en conséquence dans sa liste d'exemplaires douteux (Zweifelhafte Exemplare). Mais nous avons vu dans les différentes collections d'Europe (voir le chapitre suivant) les échantillons de même provenance, appartenant aux mêmes exsiccata et aux mêmes numéros, qui portaient des périthèces et qui appartiennent incontestablement à *Herpotrichia nigra*.

Répartition géographique *du Neopeckia Coulteri*

Neopeckia Coulteri (Peck) Sacc. croît dans les montagnes de W. et N. N. W. d'Amérique du Nord (Wyoming, Californie, Orégon et Idaho) et en Europe n'est connue que du massif de Tatra (Moesz 1918) et du massif de Bucegi (Savulescu et Rayss 1927). (Voir les cartes I et II).

Riehm et Lindau dans Sorauer, Handb. der Pflanzenkrankheiten, II, 4e éd. pag. 282 (1921) disent sur la répartition de *Neopeckia Coulteri* : « In der Tatra, *so wie in den deutschen Gebirgen* findet sich zwischen dem Pilz der *Herpotrichia-Arten* derjenige von *Neopeckia Coulteri* (Peck) Sacc... Bisher sind nur wenige Fälle nachgewiesen, wo der Parasitmit der *Herportrichia* zusammen vorkommt, aber es steht zu erwarten, dass die durch die dunkleren Sporen kenntliche Art ebenso häufig ist wie *Herpotrichia* ». Les lignes que nous avons citées contiennent deux erreurs capitales : 1° *Neopeckia Coulteri* n'est pas connue jusqu'à présent dans les montagnes d'Allemagne. L'affirmation de Riehm et Lindau a été corrigée par Noack dans la 5e éd. de Sorauer, *Handb, der Pflanzenkrankh* (1928). 2° Ni en Amérique ni en Europe *Neopeckia Coulteri* n'a jamais été trouvée mélangée à *Herpotrichia*. Nous avons aussi constaté cette séparation en étudiant de nombreux échantillons dans les principales collections européennes. (Voir le chapitre suivant.).

I DISTRIBUTION DE NEOPECKIA COULTERI (PECK) SACC. EN AMERIQUE.

CARTE I

I DISTRIBUTION DE NEOPECKIA COULTERI (PECK) SACC. EN EUROPE

CARTE II

Échantillons d'Herbier examinés par nous pour *Hertporichia nigra* Hartig

Neopeckia Coulteri et *Herpotrichia nigra*, toutes les deux parasites des Conifères, se ressemblent beaucoup d'après leur aspect extérieur. La ressemblance est tellement grande que jusqu'à présent on a considéré qu'il était même impossible de les distinguer en absence de périthèces, asques et ascospores. Pour élucider cette question, nous avons étudié comparativement *Herpotrichia nigra* et *Neopeckia Coulteri*, d'après les nombreux exemplaires trouvés dans les différentes collections d'Europe et d'après le matériel vivant récolté par nous. Nous avons donné la liste des exsiccata que nous avons vus pour *Neopeckia Coulteri*. Voici maintenant la liste des exsiccata vus par nous dans les collections de Breslau, Berlin, Paris, Genève, Zürich, Vienne et Bucarest et dont les échantillons appartiennent incontestablement à *Herpotrichia nigra*.

Amérique :

1) Plants of Nevada, from Rocky Mountain Herbarium. University of Wyoming, Laramie N° 1979. On *Pseudotsuga mucronata*, Jarbidge, July 8 (1912). Collectors : Aven Nelson and J. Francis Macbridge. Det. by Dr. Fred J. Seaver (Herb. Mus. Bot. Berol.).

2) Plants of Nevada, From the Rocky Mountain Herbarium. University of Wyoming, Laramie N° 9240. On *Picea Engelmannii* (Parry) Engl. Brooklyn Lake, Albany Co. Aug. (1909). Collectors : Aven Nelson. Det. by Fred J. Seaver. (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

3) Pacific Slope Fungi. Distributed by C. F. Baker N° 3567 Mt. Shasta, Siskiyoucountry, California, July 17 (1903), Coll. Dr. E. B. Copeland. On *Abies Shastensis*. Det. by Prof. Earle (! Herb. Mus. Vind.).

France :

4) E. Boudier, Herbier mycologique. Sur les branches inférieures d'un *Picea excelsa*, au bord du lac Longemer (Vosges). Cette espèce n'avait pas encore été rencontrée en France. Elle ne se trouve du reste qu'en cette localité et sur un seul arbre. 1er septembre 1894. (! Herb. Mus. Bot. Crypt. Paris ; ! Herb. Barbey-Boissier, Genève.)

Suisse :

5) *Cryptogamæ exsiccatæ* N° 504 b. In foliis *Pini montanæ* Malaya-Pass, Oberengadin. Leg. Prof. H. Schinz. (! Herb, Mus. Bot. Berol ; ! Herb. Mus. Bot. Crypt. Paris ; ! Herb. Mus. Vind.).

6) Vestergren, Micromycetes rariores selecti N° 600. Plessar ad Arosa in *Junipera nana* 25/VIII (1900). Dr. P. Magnus (!Herb. Mus. Bot. Berol. : ! Herb. Mus. Vind.).

Italie :

7) An *Pinus pumilio*, dessen Zweige vom Schnee gedruckt werden. Von Baldo bis an die Bayerische Grenze. Diese Exemplare vom Buco dell' Orso (Bährenloch) am Monte bei Botzen. Leg. Heufler 3. X. (1840), (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

Allemagne :

8) Allescher et Schnabl, Fungi Bavarici N° bq, Auf *Pinus montana*, Tegernsee : Hirschberg, Juni 1889. Leg. Schnabl (! Herb. Mus. Bot. Berol. ; ! Herb. Mus. Bot. Bucarest).

9) Rehm, Ascomycètes N° 996. Auf Nadeln von *Picea excelsa*, Oberammergau (Oberbayern) am Bürstling (Nordseite des Sonnenberges) VIII (1888). Leg. Allescher (! Herb. Mus. Bot. Berol.; ! Herb. Mus. Vind.).

10) Auf *Juniperus communis*, Eisenstein im Bayerischen Walde (1887). Leg. et com. Dr. V. Tubeuf (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

11) Auf *Picea excelsa*, Oberammergau, Bürstling (vor dem Brstlinghause) 8 (1888) Leg. Allescher (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

12) C. Roumeguère, Fungi selecti exsiccati. N° 523. Sur les branches et les feuilles languissantes du *Picea excelsa*, Oberbayern (Bavière). Oct. 1888, Leg. Allescher (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

13) Rabenh.-Winter-Pazchke. Fungi europæi N° 3961. In foliis *Pini montanæ*. Bavière sup.: Oberammergau Iuli 1891 leg. A. Allescher (! Herb. Bus. Bot. Berol. ; ! Herb. Inst. Bot. Breslau).

14) Sydow, Mycotheca germanica N° 379. Auf Blättern von *Abies excelsa*. Sächsisches Erzgebirge : Fichtelberg am Abstieg nach dem roten Vorwerk, 13/VIII. 1905 leg. P. Sydow (! Herb. Inst. Bot. Breslau ; ! Herb. Mus. Vind.)

15) Krieger, Fungi saxonici N° 1722. An *Picea excelsa* auf dem Fichtelberge, daselbst häufig. Aug. 1900-1901 leg. N. Krieger (! Herb. Inst. Bot. Breslau ; ! Herb. Mus. Vind.).

16) Krieger, Fungi saxonici N° 2149. An *Pinus Mughus*, auf dem Fichtelberge. Aug. 1903 leg. W. Krieger (! Herb. Inst. Bot. Breslau).

Autriche :

17) Rehm, Ascomyceten 996 b. Hocheben bei Iunichen in Tyrol auf *Pinus montana* VIII/1893, leg. Dr. Magnus (! Herb. Mus. Bot. Berol. ; ! Herb. Mus. Crypt. Paris ; ! Herb. Mus. Vind.; ! Herb. Inst. Bot. Breslau).

18) Rehm, Ascomycetes 996 b, sous Enchnosphæria nigra. An *Pinus pumilio*, am Fuss des Unnutz, oberhalb des Achensee (Tyrol) VIII/1905. Leg. Dr. Rehm (! Herb. Mus. Bot. Berol ; ! Herb. Mus. Vind.).

19) Kryptogamœ exsiccatæ ed. a Mus, Vind. N° 54 a. Carinthia, in ramis folliisque *Pini montanæ* (I); *Abietis excelsæ* (II); *Juniperi communis* (III).

Seissera Alpe propre Tarvis. leg. J. Lütkemüller (! Herb. Mus. Bot. Berol. ; ! Herb. Mus. Bot. Crypt. Paris ; ! Herb. Mus. Vind.).

20. Hans Simmer, Cryptogamen des Kreuzeckgebietes N° 29, Kirschenthal, 1200 m. *Juniperus communis*. 2/IV/1898 (! Herb. Mus. Bot. Berol.).

21) Cryptogamæ exsiccatæ a Mus. Vind. ed. N° 504 c. Carniolia, ad ramulis et acus *Juniperi nanæ*. In Silva « Kronauer Wald » prope Kronau, in Iul. leg. C. de Keissler (! Herb. Mus. Bot. Berol.; ! Herb. Mus. Bot Crypt. Paris ; ! Herb. Barbey-Boissier, Genève ; ! Herb. Mus. Vind.).

22) Auf *Picea excelsa*. Schneeberg (Kaiserstern) VII 1899 leg. Dr. Rechinger (! Herb. Mus. Vind.).

23 Ober Krain, auf *Abies excelsa* im Planica Graben bei Ratschach Iuni 1908. Leg. et det. Dr. K. v., Keissler N° 9198 (! Herb. Mus. Vind.).

24) Herbier Boissier N° 654. Carinthia, in ramis folliisque *Pini montanæ*. Leg. J. Lütkemüller (! Herb. Mus. Vind.).

Roumanie :

25) Dans le massif de Ceahlau 15.VII 1914. Sur les feuilles et les rameaux de *Picca excelsa*. Col. Tr. Savulescu.

26) Dans le massif de Bucegi, sur les feuilles et les rameaux de *Picea excelsa*, 14/VI 1916. Col. Tr. Savulescu.

Tchécoslovaquie :

27) Dr. F. Petrak, Mycotheca carpatica N° 156. *Auf Juniperus nana* Zentrale Waldcarpathen : alpine Region der Czonrnahora, an Sattelzwischen Szesa und Pietros. 4/VIII 1918 leg. Dr. S. Petrak (! Herb. Mus. Vind.).

Macédoine :

28) J. Bornmüller : Plantæ Macedoniæ. N° 2948. In folliis *Pini montani*. In alpibus Golesnica-planina in cac. Begova 2200-2500 m. 25/VI 1918. Leg. J. Bornmüller, det. Sydow (! Herb. Mus. Vind.).

Suède :

29) Vestergren, Micromycetes rariores selecti. N° 1424. Vesterbotten, Stadsliden ad Umea in folliis mortuis *Piceæ excelsæ* VI/1908, leg. J. Vleu-412 (! Herb. Mus. Bot. Berol.; ! Herb. Mus. Vind.).

Différences entre le *Neopeckia Coulteri* et l'*Herpotrichia nigra*

Comme résultat de nos recherches nous pouvons donner le tableau suivant des différences entre *Neopeckia Coulteri* et *Herpotrichia Nigra*, qui nous permettra de les distinguer même à l'état stérile :

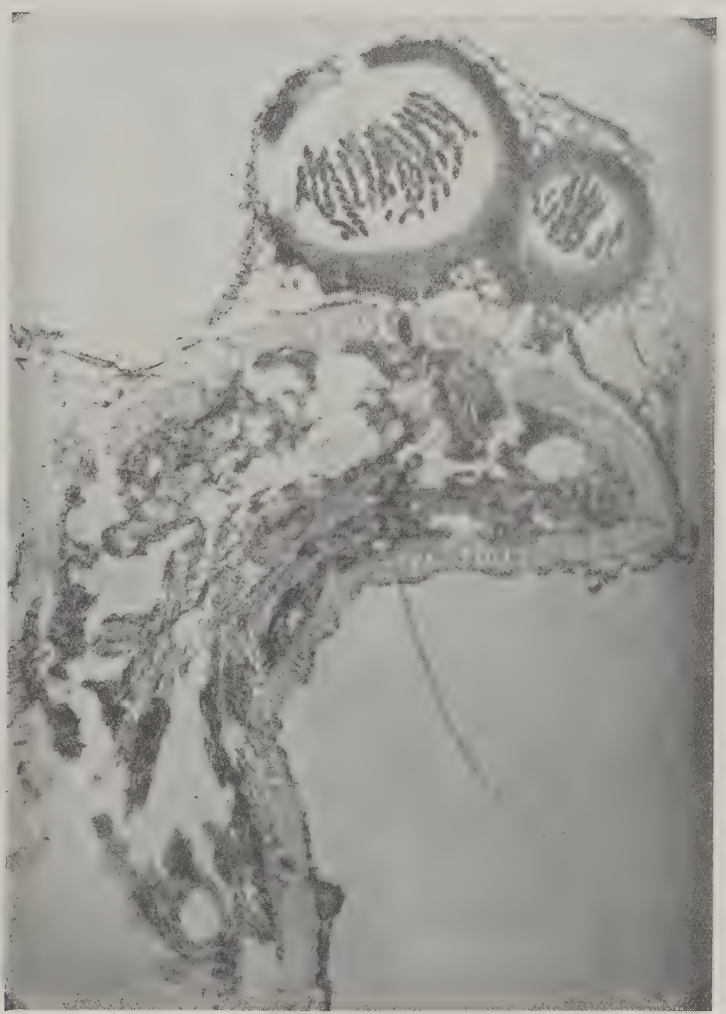
	Neopeckia Coulteri	*Herpotrichia nigra*
I. HABITAT	Sur les feuilles et les rameaux de différentes espèces de Pinus : *P. Pumilio* (Europe), *P. Murrayana*, *P. albicaulis* et *P. contorta* (Amérique).	Sur les feuilles et les rameaux de *Picea excelsa* (Europe), *Picea Engelmanii* (Amérique), *Abies lasiocarpa* (Amérique), *Abies Shastensis* (Amérique), *Abies concolor* (Amérique), *Pseudotsuga mucronata* (Amérique), *Juniperus communis* et *J. nana* (Europe), *Pinus pumilio* (Europe).
II. MYCÉLIUM :	Vu à l'œil nu, le mycélium a l'apparence d'une toile soyeuse et lisse. Au microscope, on voit que les filaments sont anastomosés (ce sont les anastomoses qui donnent l'aspect d'une toile soyeuse) et présentent des renflements intercalaires. Les dimensions moyennes des cellules des filaments : 4-5 μ diamètre transversal, 40-80 μ diamètre longitudinal. Le mycélium s'étend à la surface des feuilles parasitées et forme des pelotons dans les chambres suprastomatiques sans pénétrer plus à l'intérieur de la feuille.	Vu à l'œil nu, le mycélium a l'apparence d'un feutre touffu. Au microscope, les filaments ne montrent presque pas d'anastomoses (c'est ce qui leur confère l'aspect d'un feutre touffu) et sont complètement dépourvus de renflements intercalaires. Les dimensions moyennes des cellules des filaments : 8-11,5 μ diamètre transversal, 15-30 μ diamètre longitudinal. Le mycélium s'étend à la surface des feuilles parasitées, forme des pelotons dans les chambres suprastomatiques et pénètre même à l'intérieur de la feuille.
III. PÉRITHÈCES :	Les périthèces ont 0,22-0,47 mm. de diamètre. Les asques sont cylindriques, 136-200 μ long., 14-20 μ larg. ; à huit ascospores bicellulaires, entourées d'une membrane brune, très foncée. La longueur des ascospores est de 20-27 μ, leur largeur, 7-10 μ.	Les périthèces ont 0,20-0,45 mm. de diamètre. Les asques 128-155 μ long., 14-18 μ larg. ; à huit ascospores irrégulièrement bisériées. Chaque ascospore est formée de quatre cellules hyalines qui deviennent olivacées-brunâtres à la maturité (STURGIS). La longueur des ascospores est : 22-33 μ, la largeur 8,5-9 μ.
IV. FORME CONIDIENNE :	*Inconnue.*	Conidies solitaires, brun-foncé, sur des hyphes courtes, à 3-6 cloisons transversales. (STURGIS.)

Nous voyons donc qu'on peut distinguer les deux champignons dans tous les stades de leur développement.

Ajoutons encore que dans tout le matériel examiné, nous n'avons jamais trouvé ces deux champignons mélangés l'un à l'autre sur la même plante hospitalière.

Rameaux de *Pinus pumilio* attaqués par le *Neopeckia Coulteri*

SAVULESCU et RAYSS, *Neopeckia Coulteri*,



Microphotographie montrant une section dans le périthèce couvert par le mycélium et rempli d'asques et d'ascospores.

Savulescu et Bayss. *Neopeckia Coulteri.*

Rôle économique

Les dégâts causés par *Neopeckia Coulteri* (Peck) Saccardo sont en rapport inverse avec l'intérêt qu'elle présente par ses caractères morphologiques, biologiques, systématiques et géographiques, car nous n'avons jamais observé que le dépérissement des feuilles attaquées au bout des rameaux qui se trouvaient près de la terre. Du reste, en Europe, *Neopeckia Coulteri* n'attaquant que le *Pinus pumilio*, qui n'a pas une valeur économique comparable aux autres essences des Conifères, ne présente pas un danger forestier. En Amérique, d'après Sturgis (*loc. cit.*), les dégâts sont aussi peu importants.

(*Travail effectué à la Station Centrale de Phytopathologie de Bucarest*).

NOTES ET OBSERVATIONS
RELATIVES AUX DÉPÉRISSEMENTS DE L'ABRICOTIER

par Ch. CHABROLIN
Ingénieur agronome
Professeur à l'Ecole Coloniale d'Agriculture de Tunis

Sommaire

Pages

I. — Importance des dépérissements 356
II. — Cas type de dépérissement par apoplexie : 1° Difficultés dans la recherche des cas types ; 2° Analyse d'un cas précis 357
III. — « Verticillium » et dépérissements par apoplexie 361
IV. — Les facteurs secondaires des dépérissements : 1° Insectes ; 2° Champignons. 365
V. — Types divers de dépérissement de l'Abricotier 369
VI. — Conclusions 371
VII. — Bibliographie 373
VIII. — Explication des planches 375

Pour répondre aux desiderata des arboriculteurs de la vallée du Rhône, alarmés de l'importance que prenaient dans leur région les dépérissements de l'Abricotier, M. Foex, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale, me confia en 1921 l'étude de cette question. Sous sa direction, je suivis la question jusqu'en 1923, avec l'aide matérielle de la Station entomologique du Sud-Est, des Offices régionaux agricoles du Midi et de l'Est-Central, de l'Office Agricole du Rhône, de la Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. et d'un certain nombre d'arboriculteurs de la région, collaborateurs bénévoles. J'eus souvent recours aux conseils techniques de M. Paillot, directeur de la Station Entomologique du Sud-Est et un certain nombre d'indications utiles me furent fournies au cours d'un voyage d'étude auquel prirent part, outre MM. Foex et Paillot, MM. Deaux, chef de pratique à l'Ecole d'Agriculture d'Ecully (Rhône) et Vercier, professeur d'horticulture à Dijon. Les observations effectuées dans la région dans

ces conditions firent l'objet de notes successives (4, 5, 6, 8). La dernière (8) tient compte des précédentes et fournit une étude d'ensemble de la question telle qu'elle se présentait à cette époque. J'avais pourtant passé sous silence un certain nombre d'éléments dont le seul intérêt était de me fournir des directives pour des recherches que je pensais reprendre bientôt. Les circonstances ne me l'ont pas permis et cette étude des dépérissements de l'Abricotier, confiée à M. Guyot d'abord, à M. Joessel ensuite a été également abordée par M. Dufrénoy, puis récemment par M. Rives. Une série de notes très importantes ont été ainsi publiées au cours des dernières années (voir la bibliographie). Leurs conclusions et l'orientation des recherches qui en découlent m'amènent à revenir sur cette question des dépérissements de l'Abricotier pour préciser quelques points importants qui restent en discussion. J'en profiterai pour fournir, au moins à titre d'indication, un certain nombre d'observations d'un ordre différent.

Importance des dépérissements

Les dépérissements de l'Abricotier ne paraissent avoir pris une allure inquiétante que depuis une dizaine d'années. Ils affectent actuellement de façon très sérieuse la partie de la vallée du Rhône comprise entre Lyon et Valence où le mal, grave déjà en 1921, conserve une importance de premier plan. La mortalité était déjà en 1926 de l'ordre de 50 p. 100 pour l'ensemble des vergers de cette région (16). Cette proportion pourtant considérable s'est encore accrue depuis, et la mortalité des Abricotiers reste inquiétante, ainsi que j'ai pu m'en assurer pendant l'été 1928 où il m'a été donné entre autres de voir très sérieusement touchée une plantation que j'avais connue à peu près intacte en 1923.

Cette partie de la vallée du Rhône n'est pas seule intéressée par ces dépérissements. L'Abricotier dépérit dans la basse vallée du Rhône (Joessel, 23), dans les Bouches-du-Rhône (Guyot, 22), dans l'Isère (Cadoret, 3), dans le Limousin (Beauverie [voir 8] et Dufrénoy, 15), dans la vallée de la Garonne (Feytaud [voir 8] et Dufrénoy, 15), bref un peu partout en France. Des dépérissements à allure inquiétante sévissent aussi dans la vallée du Chélif, en Algérie (Vivet, 17 et 24). On en signale en Toscane (Dufrénoy, 15), en différents points des Etats-Unis (voir 8). Quelques cas isolés se montrent enfin en Suisse (8) et en Tunisie et des dépérissements comparables ont été jusqu'ici signalés sur d'autres essences fruitières (Pruniers, Pêchers, Amandiers entre autres).

Il faut bien se hâter d'ajouter que, dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible d'indiquer si tous ces dépérissements relèvent d'une cause unique ou s'ils ne sont que la conséquence d'affections très

différentes les unes des autres. Je crois pourtant qu'il serait beaucoup plus sage d'adopter au moins provisoirement cette deuxième interprétation, si l'on ne veut pas établir des analogies discutables qui, loin de simplifier l'étude de la question, contribuent plutôt à la rendre inextricable. Il paraît en effet bien difficile à tous les points de vue de ramener tous les cas connus de dépérissement à un type unique, d'autant plus qu'un certain nombre de causes de dépérissement, d'importance secondaire il est vrai, ont été jusqu'ici mises en évidence.

Dans les vergers de la vallée du Rhône, un type bien caractérisé de dépérissement de l'Abricotier joue un rôle prépondérant. C'est celui que l'on s'accorde à désigner sous le nom de *dépérissement par apoplexie*. Il est bien défini par tout un ensemble de symptômes dont il est nécessaire de préciser la valeur.

Cas type de dépérissement par apoplexie

Difficultés dans la recherche des cas types. — Les dépérissements par apoplexie de l'Abricotier se traduisent finalement par la mort brusque de l'arbre entier ou, plus fréquemment, d'une ou plusieurs branches principales seulement. Les branches qui restent meurent à leur tour au bout d'un temps plus ou moins long, 2 ou 3 ans après et même davantage. Tous les auteurs sont d'accord pour indiquer que cette mort brusque, apoplectique ne frappe que des arbres ou des branches qui présentaient depuis long temps — un an au moins — un certain nombre de symptômes précurseurs. Bien que le dénouement soit brutal et qu'on puisse par conséquent parler à juste titre de dépérissement par apoplexie, la maladie paraît en réalité avoir une évolution lente.

Les symptômes précurseurs des dépérissements par apoplexie de l'Abricotier consistent essentiellement en troubles de végétation. On peut les résumer ainsi : aspect languissant, souffreteux; jaunissement du feuillage; chute anticipée des feuilles ; feuillaison prématurée qui précède la floraison ; fleurs rares ou absentes sur les arbres très atteints; maturation anticipée des fruits; dessiccation des extrémités des rameaux.

Dans leur détail, ces symptômes n'ont rien de constant. Ils n'ont non plus rien de spécifique. On les retrouve avec des caractères analogues sinon identiques dans les dépérissements dus au pourridié (*Armillariella mellea*) et dans d'autres types de dépérissement de l'Abricotier.

Le type dépérissement par apoplexie de l'Abricotier ne peut être diagnostiqué avec certitude que par l'examen à l'œil nu des tissus des différentes parties de l'arbre que l'on présume atteint de cette maladie. Cet examen révèle en effet l'existence d'un certain nombre de lésions du liber

et du bois. Mais la grosse difficulté consiste à séparer les lésions primaires des altérations d'origine secondaire, à distinguer en fin de compte la cause de la maladie, de ses conséquences. C'est de cette difficulté que naît à l'heure actuelle le désaccord entre les expérimentateurs. Elle est inhérente au mode de dépérissement. Dans la grosse majorité des cas, les branches d'un arbre meurent successivement. Tout arbre qui a déjà perdu des branches par apoplexie doit être considéré comme pouvant présenter des altérations d'origine secondaire. Les branches meurent en effet jusqu'à leur point d'insertion sur le tronc et leurs tissus morts (bois et liber) sont très rapidement envahis par des organismes divers dont le rôle, bien que loin d'être négligeable, n'en est pourtant pas moins secondaire. Pour établir la nature des lésions primaires véritablement spécifiques des dépérissements par apoplexie, il faut donc s'appliquer à chercher des cas de dépérissement sur des arbres qui n'ont encore perdu aucune branche, qui ne montrent non plus aucune blessure importante au niveau du tronc ou des grosses branches. Il faut d'autre part que les observations portent sur des arbres qui ne présentent que les premiers symptômes de dépérissement. La période la plus favorable pour de pareilles observations paraît être le printemps, dès le départ de la végétation. Plus tard, au début de l'été, les arbres affaiblis sont souvent la proie d'organismes divers, insectes en particulier (voir à ce sujet 10, 18 et 20, p. 488).

Au cours des années 1922 et 1923 où je me suis spécialement appliqué à la recherche de ces cas typiques et encore simples de dépérissement par apoplexie, je n'ai pu rencontrer que deux arbres présentant véritablement les premiers stades de la maladie, en tenant compte des considérations exposées ci-dessus. Dans les autres cas, j'observais le plus souvent, outre les lésions constatées dans les cas cités ci-dessus, d'autres altérations diverses que j'ai été conduit à négliger parce qu'elles n'étaient pas constantes.

Analyse d'un cas précis. — Soit donc l'Abricotier de la figure 1. Il a été observé à Ampuis (Rhône) le 28 mars 1923, au printemps par conséquent, dès le départ de la végétation. Greffé sur prunier Myrobolan en tête (en G) l'arbre est âgé de 6 à 8 ans. Il est planté dans une vigne, sur un sol d'alluvions de la vallée du Rhône. Aucune branche n'est encore morte et l'arbre ne porte aucune plaie notable sur les branches ni sur le tronc. Seule la branche D a été accidentellement cassée vers son sommet, en S, mais cette blessure n'a eu aucune répercussion, même locale.

Au moment de l'observation, les jeunes bourgeons à bois sont en train de se développer et l'arbre ne porte pas de fleurs. Les yeux des extrémités des rameaux sont morts et bruns. Seuls les bourgeons de la base ont feuillé. Ce sont là autant de symptômes précurseurs des dépérissements par apoplexie.

L'arbre est soigneusement arraché, pour permettre l'observation des

racines. Il est immédiatement débité en tronçons d'une vingtaine de centimètres, depuis le collet jusqu'aux extrémités des branches principales. Chaque section est observée sur place à l'œil nu; un certain nombre de fragments de bois et d'écorce présentant divers types d'altérations sont conservés pour des observations microscopiques. L'alcool ne constitue pas un bon milieu de conservation. Les tissus plongés dans l'alcool à 70° brunissent rapidement. Les solutions à base de formol sont de beaucoup préférables, car elles permettent, lors des observations microscopiques, de retrouver facilement les points visiblement altérés. J'ai en fait utilisé le plus souvent le mélange de Duboscq-Brasil.

Les grosses racines et le tronc du Prunier porte-greffe ne montrent aucun signe apparent d'altération, sur des sections transversales faites à différents niveaux. Liber et bois se révèlent d'aspect sain. On sait d'ailleurs que le Prunier porte-greffe fournit fréquemment des rejets après la mort partielle ou totale de l'Abricotier greffon. Ces rejets sont en général très vigoureux (*fig.* 2; voir aussi 8, *fig.* 13). Nous ne les avons jamais observés court-noués et buissonnants comme l'indique Joessel (23). Il y a donc à ce sujet des variantes correspondant peut-être à des cas d'espèce.

L'observation du greffon fournit les résultats suivants :

1° Au niveau de la fourche, intéressant la base de la branche A et la base commune B des branches C et D, on trouve une région bien délimitée où l'écorce est morte et brune jusqu'au bois. Sur une section transversale de la branche A, cette lésion intéresse environ la moitié du pourtour de la section. Elle est beaucoup moins étendue sur le tronçon B. Les tissus libériens morts sont infiltrés de filaments mycéliens cloisonnés et ramifiés, les uns gros, les autres plus ténus. Ce mycélium se trouve jusque dans le cambium et dans la partie externe, la plus jeune, de la dernière couche annuelle du bois, au contact immédiat du liber mort. Ce sont ces tissus qui, dans d'autres cas similaires, nous ont fourni en culture pure un *Cytospora* ou le *Trichoderma lignorum*.

Mais cette lésion est trop localisée pour expliquer les troubles profonds de végétation que présente cet arbre dans son ensemble. D'autre part, de pareilles lésions de l'écorce ne paraissent pas absolument constantes (8). Elles ne renferment enfin pas toujours le même microorganisme. Pour toutes ces raisons, je pense que cette mort du liber, par plaques au niveau des fourches, n'est qu'une conséquence du dépérissement. Avec elle commencent à intervenir des microorganismes divers à rôle secondaire.

2° Les sections transversales de toutes les branches montrent une altération spéciale du liber que j'ai antérieurement décrite sous le nom de brunissement du liber (8). Il ne s'agit pas comme dans le cas précédent de la mort pure et simple jusqu'au bois des différents éléments constituants de l'écorce. La partie brune est limitée à la région moyenne du liber (8, *fig.* 2

et 3); elle s'arrête nettement du côté interne à une certaine distance du cambium (1 mm. environ); elle passe progressivement du côté externe à la teinte jaunâtre du liber sain. La bande brune n'arrive donc ni au contact du rhytidome ni au contact du cambium. Sa teinte est plus ou moins foncée; elle est parfois à peine différente de la teinte normale du liber sain avoisinant.

Sur une section donnée, le brunissement intéresse une portion seulement du tour de la branche ou bien forme, sur tout le pourtour de la section, une bande d'épaisseur et d'intensité de coloration variables. D'une façon générale, la proportion relative de liber intéressé par ce brunissement est d'autant plus grande que les symptômes végétatifs du dépérissement sont plus accusés. Pour des sections successives d'une même branche, cette proportion décroît au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la fourche. On retrouve pourtant souvent des traces de ce brunissement du liber jusque dans les rameaux de l'année, sous forme de lignes brunes se traduisant en sections transversales par de simples ponctuations dans le liber. Du côté inférieur ce brunissement atteint quelquefois le bourrelet de greffe. En aucun cas il ne le dépasse.

Le brunissement intéresse la paroi et le contenu des cellules. Leur forme n'est pas modifiée. Il s'agit en somme d'une mort progressive des cellules constitutives du liber. Si la branche qui présente ce brunissement au printemps ne meurt pas dans l'année, les tissus libériens vivants situés au-dessous des tissus bruns, du côté du cambium, produisent une couche de liège. Tous les tissus situés à l'extérieur, la plus grande partie du liber en fait, meurent alors entièrement (8, *fig.* 4) et peuvent s'exfolier à la façon de certains rhytidomes.

Aucun microorganisme n'a pu être observé dans ces tissus bruns avant leur mort complète. Après la formation de l'assise de liège sous-jacente, ils sont rapidement envahis par des filaments mycéliens appartenant sans doute le plus souvent à un *Cytospora* dont les fructifications sont alors communes sous le rhytidome.

Ce brunissement du liber, tel qu'il vient d'être défini, apparaît comme caractéristique des dépérissements par apoplexie de l'Abricotier et il doit être utilisé, à mon avis, pour diagnostiquer ce type de dépérissement. Il conviendrait donc de ne classer dans ce type que les cas de dépérissement d'Abricotiers ayant présenté ce brunissement du liber, à un moment donné au moins de l'évolution de la maladie qui a entraîné leur mort.

3° Le bois apparaît sain, sur les sections transversales des branches comme sur celles du tronc. Seule la partie centrale de la branche A est de couleur brun clair, infiltrée de gomme. Mais elle ne renferme pas de mycélium dans ses vaisseaux. J'ai antérieurement signalé l'existence de régions infiltrées de gomme, avec, dans certains cas, présence de mycélium

dans les vaisseaux, dans le bois des branches malades (4 p. 29). Mes observations avaient été faites sur des arbres qui pouvaient présenter des lésions secondaires plus ou moins anciennes et l'étude des quelques cas où j'ai pu observer des stades très précoces et pour ainsi dire simples de la maladie ne m'a pas permis de retrouver ces lésions du bois. Je les ai donc considérées comme secondaires et n'en ai pas entrepris l'étude.

Verticillium et dépérissements par apoplexie

Un certain nombre de travaux importants récemment publiés, ceux de Dufrénoy d'abord (12, 13, 14, 15), de Joessel ensuite (20, p. 491, 23) attribuent les dépérissements de l'Abricotier ainsi que ceux d'un certain nombre d'autres arbres fruitiers au parasitisme d'un *Verticillium* que Dufrénoy assimile au *V. Dahliæ* Kleb. (15).

D'après Dufrénoy, « dans le cas même des Abricotiers greffés sur Pruniers, où l'Abricotier greffon montre des symptômes de dépérissement ou d'apoplexie, tandis que le porte-greffe reste vigoureux et émet des rejets après la mort du greffon, le « dépérissement des Abricotiers » tel que nous l'avons observé dans la vallée du Rhône (Ampuis, Vienne, Saint-Rambert-d'Albon, Saint-Vallier), sur le littoral Méditerranéen, dans l'Auvergne et le Limousin, a pour symptôme primaire et constant un brunissement de certains anneaux d'accroissement ligneux des branches dont les feuilles sèchent ou manifestent des signes de chlorose.

« Ce brunissement peut, chez les Abricotiers franc de pied de divers âges, être suivi sur les coupes longitudinales depuis les racines jusqu'aux branches, le long du tronc; il s'observe, sans discontinuité au niveau de la greffe, depuis les racines du Prunier porte-greffe jusqu'aux branches de l'Abricotier greffé. » (15, p. 199-200.)

C'est de ces zones brunes du bois que Dufrénoy isole en culture pure un *Verticillium*.

Joessel adopte l'interprétation de Dufrénoy quant à la cause de la maladie (23) et il retrouve les mêmes altérations du bois. « En examinant attentivement le bois du tronc, des branches ou des racines, l'on peut généralement y observer des zones brunies ou noircies, qui en coupes transversales se présentent sous forme de point d'axe ou de secteurs plus ou moins délimités. En coupe longitudinale, ces lignes correspondent à des faisceaux réunis ensemble ou séparés par des tissus d'aspect normal. » (23, p. 372.)

Le désaccord entre les conclusions de Dufrénoy et Joessel d'une part, les miennes ci-dessus exposées d'autre part, porte sur un point essentiel : l'interprétation du rôle des altérations du bois décrites par ces auteurs. Ce

désaccord, qui ne peut pas être mis sur le compte d'une erreur d'observation car il s'agit de lésions apparentes, ne peut être que le résultat d'une différence d'interprétation. Pour l'expliquer, il faut faire appel à l'une ou l'autre des hypothèses suivantes :

1° Les observations ont porté sur des types différents de dépérissement. Il est vraisemblable en effet, sinon certain, que tous les cas de dépérissement ne peuvent pas se ramener à un type unique. Certaines observations de Dufrénoy et de Jœssel, portant sur des arbres de pépinières atteints de chlorose du feuillage, pourraient bien en effet se rapporter à un type spécial de dépérissement qu'il est peut-être prématuré d'assimiler aux dépérissements par apoplexie.

2° Le brunissement du bois serait une lésion d'ordre secondaire, un épiphénomène très précoce et devenu très fréquent, au même titre par exemple que l'envahissement des arbres par des insectes. Cette interprétation s'accorderait avec mes propres observations qui m'avaient conduit à négliger provisoirement ces altérations du bois qui ne se présentaient pas d'une façon constante. Dufrénoy et surtout Jœssel (23) et Guyot (22) insistent sur le rôle des blessures dans les dépérissements «... il me semble que ces dernières (les plaies) jouent un rôle très important dans la pénétration du parasite chez les végétaux ligneux. J'ai pu en effet chaque fois constater une telle origine aux zones brunes du bois; zones s'atténuant du reste en sifflet à mesure qu'elles s'éloignent des plaies semblant leur avoir donné naissance. » (Jœssel, 23). Comme les Abricotiers dépérissant par apoplexie présentent en général des sections de branches déjà mortes qui peuvent justement permettre de façon très rapide l'infection du bois par un *Verticillium* en même temps que par d'autres microorganismes, le problème reste intact : quel est l'agent initial du dépérissement? D'ailleurs, la difficulté qu'éprouve Dufrénoy à isoler du bois le *Verticillium* à l'état pur lorsqu'il opère avec des arbres âgés (15, p. 208) contribue dans une certaine mesure à étayer cette deuxième interprétation. Rives enfin, vient de montrer que ces veines noires du bois peuvent être provoquées par le développement d'autres microorganismes, des bactéries en particulier, dont le rôle exact reste à établir (25). Il y a donc là toute une série d'indications qui rendent nécessaire un nouveau contrôle rigoureux de la présence de veines brunes dans le bois aux premiers stades des dépérissements par apoplexie et de la présence constante d'un *Verticillium* dans ces veines brunes.

3° La troisième hypothèse qui me reste à envisager est celle qui consiste à admettre que le brunissement du bois, avec présence du mycélium d'un *Verticillium*, est un caractère primaire constant des dépérissements par apoplexie. J'aurais alors pris pour des cas typiques de dépérissement par apoplexie des cas en réalité spéciaux et relativement rares où le bois est d'aspect sain. C'est sans doute à cette dernière interprétation que s'est arrêté

Dufrénoy, bien qu'il ne tienne aucun compte des travaux français sur la question. Il m'appartient donc de me ranger, provisoirement du moins, à cet avis, pour étudier cette question des dépérissements en fonction du parasitisme du *Verticillium Dahliæ*.

La question du brunissement du liber tel que je l'ai antérieurement défini se pose d'abord. Il apparaît, dans cette troisième hypothèse, comme une conséquence de la maladie, mais une conséquence, semble-t-il, limitée au cas de l'Abricotier greffé sur Prunier : il suit le brunissement du bois au lieu de le précéder. En effet, observant des jeunes arbres de deux, trois ou quatre ans à dépérissement à peine sensible, Joessel a pu observer des lignes brunes dans le bois avant tout brunissement du liber (20 p. 191).

Comme, d'après mes propres observations, ce brunissement se rencontre, généralisé pour ainsi dire, sur des arbres ne montrant aucune lésion apparente du bois, il faudrait conclure que le brunissement du liber est indépendant du *Verticillium*. Il se présente pourtant comme l'un des caractères les plus constants des dépérissements par apoplexie d'Abricotiers greffés sur Pruniers. L'accord paraît complet entre les différents auteurs à ce sujet, et il y a là une première difficulté dans l'étude du rôle du *Verticillium*.

D'autre part, le *Verticillium Dahliæ* n'envahit que les vaisseaux, dont il provoque l'obstruction par formation de thylles et sécrétion de gomme. Il paraît s'étendre assez peu latéralement, des vaisseaux infectés aux vaisseaux voisins (15, p. 197). Aussi les parties de bois envahies se limitent-elles à des lignes longitudinales ou à des secteurs qui s'étendent tout le long du tronc ou des branches, suivant la direction des vaisseaux. On sait combien les arbres résistent longtemps à la destruction de leur bois par des Polyporées. Ils ne commencent visiblement à dépérir que lorsque la majeure partie de leur bois est envahie et que le cambium est par place tué à son tour. On ne saurait donc invoquer une simple action mécanique du *Verticillium* pour expliquer le dépérissement des arbres attaqués et Dufrénoy fait intervenir la formation de substances toxiques aux dépens des constituants normaux de la sève (13, 15). A l'exemple de Rosen (11), il montre que le *Verticillium* isolé de divers arbres fruitiers, cultivé sur des solutions renfermant des nitrates (0,4 %) provoque la formation de nitrites. Bordas et Joessel (21) ont montré de même, en se servant du bleu de méthylène comme indicateur, que certains *Verticillium* et *Fusarium*, cultivés en milieu liquide, possèdent un pouvoir réducteur comparable. Les nitrites formés dans les vaisseaux du bois aux dépens des nitrates de la sève représenteraient donc l'élément toxique élaboré par *Verticillium Dahliæ*. Il faut remarquer d'abord que les résultats obtenus *in vitro* avec des cultures sur milieux liquides ne sont peut-être pas applicables au champignon en place dans les vaisseaux du bois. Dans les cultures en milieu liquide, l'air manque en profondeur et la réduction que l'on contate (nitrates, bleu de méthylène) peut très bien n'être l'in-

dice que d'un simple phénomène banal de respiration intramoléculaire. Ce qui semble le prouver, c'est que la réduction du bleu de méthylène, par exemple, est un phénomène d'ordre très général, que l'on utilise à l'heure actuelle pour apprécier la propreté bactériologique du lait. Toutes choses égales d'ailleurs, la décoloration d'une quantité donnée de bleu de méthylène est d'autant plus rapide que le nombre de germes que renferme le lait analysé est plus grand. (Epreuve de la réductase de Barthel et Jensen de Stockholm, d'après Alquier). En conséquence, la production des nitrites observée par Rosen et par Dufrénoy, dans les conditions de leurs expériences, n'a peut-être rien de spécifique. En outre, dans le bois, tissu vivant, l'oxygène libre ne manque pas.

Il faut remarquer aussi que, même si des nitrites se forment aux dépens des nitrates de la sève, il ne peut s'en former que des traces. La sève est, en effet, une solution très diluée qui ne renferme certainement pas plus de 0,5 % de nitrates, dose moyenne des nitrates dans l'eau du sol. Le mycélium étant d'autre part localisé, une faible portion de ces nitrates seulement pourrait être transformée en nitrites qui, par suite des phénomènes de diffusion, ne resteraient pas localisés dans les vaisseaux du bois où ils ont pris naissance.

Les nitrites enfin sont loin d'être dans tous les cas des substances toxiques pour les végétaux. Ce sont même de véritables aliments des plantes. Mazé a obtenu des cultures de Maïs en milieu synthétique en ne fournissant comme aliment azoté que du nitrite de potasse à la dose de 0,5 %. (André, *Chimie végétale*, T. I, p. 348). A la condition que le milieu reste neutre ou alcalin, les nitrites sont même mieux supportés que les nitrates (Bonnier, *Traité de Botanique*, T. II, p. 2.328). La transformation des nitrates en matières albuminoïdes se fait enfin vraisemblablement par réduction des nitrates et passage par le stade de nitrite. Les résultats obtenus par Rosen et par Dufrénoy touchant la toxicité des nitrites sont donc en désaccord complet avec ces données classiques.

Il est bon d'ajouter que l'empoisonnement de la plante peut être attribué à la formation d'autres substances toxiques par le mycélium du champignon. C'est alors une simple hypothèse à l'appui de laquelle les données actuelles de la Pathologie végétale ne fournissent même pas d'exemples bien précis. Le mode d'action du *Verticillium* en tant qu'agent causal des dépérissements reste donc encore difficile à expliquer.

Il faut aussi bien remarquer que le polyphagisme de *Verticillium Dahliæ* est remarquable. Il est même surprenant si l'on admet que ce champignon est un véritable parasite d'arbres primitivement vigoureux. On lui attribue en effet actuellement le dépérissement de plants d'*Acer platanoides*, d'*Ulmus campestris* et de plantes très diverses en Hollande, d'Abricotiers aux Etats-Unis, d'Abricotiers, d'Amandiers, de Pruniers, de Pêchers, de Cerisiers, de

Groseilliers, d'Erables, de Melons, d'Artichauts, de Chrysanthèmes, d'Aubergines... en France (15 et 23). Expérimentalement, on obtient son développement sur de nombreuses autres plantes encore. Il y a même, à propos de ce polyphagisme, un fait particulier qui mérite qu'on s'y arrête. *Verticillium Dahliæ* serait la cause du dépérissement d'Abricotiers greffés sur franc d'une part, de Pruniers Myrobolan ou Saint-Julien en pépinière et de Pruniers Reine-Claude en vergers d'autre part (15, p. 209 et 210). Pour les Abricotiers greffés sur Pruniers en tête, le champignon se rencontre, sans discontinuité au niveau de la greffe, depuis les racines du Prunier jusqu'aux branches de l'Abricotier (15, p. 200). L'Abricotier pourtant dépérit seul, le Prunier émet des rejets vigoureux dans bien des cas. Ces rejets périssent évidemment souvent quelques années après, mais leur mort s'explique alors très bien par l'intervention secondaire de parasites de blessure (Polyporées, *Schizophyllum commune*). La résistance du Prunier, limitée au cas où cette plante sert de porte-greffe à l'Abricotier, est bien aussi digne de remarque que le polyphagisme de *Verticillium Dahliæ*.

Il faut donc finalement reconnaître, dans le cadre de cette troisième hypothèse, que le parasitisme de *Verticillium Dahliæ* reste incertain et présente dans tous les cas bien des particularités encore inexplicables qui ne peuvent s'éclairer que par de nouvelles recherches.

Les facteurs secondaires des dépérissements

Tous les auteurs sont d'accord pour indiquer que les Abricotiers dépérissants sont rapidement la proie d'organismes étrangers, champignons ou insectes, qui hâtent leur mort et qui, à ce titre, jouent un rôle secondaire que l'on ne saurait négliger. Parmi ces organismes, il faut signaler :

Insectes. — *Scolytus rugulosus* est des plus communs dans la vallée du Rhône ; il s'attaque aux Abricotiers dès qu'ils présentent des signes manifestes d'affaiblissement. Pendant l'été, il est même difficile de trouver des arbres dépérissants indemnes d'attaques de ce scolyte. Ses larves envahissent la totalité du cambium sur le tronc et les branches des arbres mourants et, sur les arbres morts depuis un certain temps, le rhytidome est percé d'une multitude de trous de sortie des adultes. Comme l'a depuis longtemps constaté Paillot (2), cet insecte ne s'installe réellement que dans les arbres dépérissants. Il est cependant incontestable qu'il tue des arbres momentanément affaiblis, mais qui pourraient être sauvés par un ravalement à temps voulu s'ils ne devenaient la proie de cet insecte.

Xyleborus dispar et surtout *Xyleborus saxeseni* sont également communs et jouent un rôle au moins comparable à celui du précédent. A certains moments de l'année, on peut même trouver *Xyleborus saxeseni* cons-

tamment associé aux dépérissements (10). Il n'intervient pourtant jamais qu'à titre secondaire (18).

On trouve également souvent entre l'écorce et le bois mort des arbres dépérissants des larves de *Cerambyx*, sans doute *Cerambyx scopolii* (18). Elles creusent souvent leurs galeries à la limite des tissus sains et des tissus morts et paraissent alors favoriser l'extension de lésions préexistantes.

A la faveur des dépérissements de tous ordres, ces différents insectes se multiplient abondamment. Ils constituent par leur nombre une menace permanente pour tous les arbres affaiblis et il y aurait un intérêt incontestable à procéder à leur destruction méthodique par l'enlèvement et la destruction immédiate des arbres ou des branches dépérissants à des époques appropriées, en rapport avec la biologie de ces différents organismes. Cela ressort nettement de l'examen des travaux antérieurs sur cette question.

Champignons. — En même temps qu'ils sont la proie d'insectes divers, les tissus morts ou mourants sont également envahis par différents champignons que l'on trouve aussi avec plus ou moins de constance associés aux dépérissements. Parmi eux, il convient de signaler :

Cytospora sp. — Le mycélium de ce champignon existe assez souvent dans les plaques d'écorce morte que l'on trouve au niveau des fourches des Abricotiers dépérissants. On peut l'isoler en culture pure à partir de ces tissus morts. Il végète bien sur milieux gélosés aux bouillons de fruits (d'abricot, de prune), où il forme quelques pycnides. Le meilleur développement a été obtenu dans des ballons de verre renfermant des tronçons de rameaux d'Abricotier de deux ou trois ans, enrobés dans de la sciure ordinaire de bois blanc imprégnée de bouillon d'abricot. Il se forme dans ces conditions, à la surface du substratum, une quantité considérable de pycnides globuleuses. Je n'ai jamais obtenu ainsi d'autres formes de fructification.

Dans les conditions naturelles, ces pycnides se forment sous le rhytidome des tissus morts, sur le tronc ou les branches des Abricotiers dépérissants ou déjà complètement morts. Le rhytidome est soulevé et fait légèrement saillie au-dessus de chaque pycnide (*fig.* 4, en *a*). Il se sépare alors facilement du liber mort sous-jacent. Les pycnides sont isolées les unes des autres, parfois très nombreuses sur le même échantillon (*fig.* 4). Elles ont de 1 mm. à 1 mm. 5 de diamètre. Leur surface est saillante, tronconique au moment de l'émission des spores ; elle s'aplatit et même se déprime par la suite. Elle est de couleur noir olivâtre, le pourtour de l'ostiole étant gris plus ou moins foncé. Les spores sont émises en un filament rouge orangé ou rouge brun, tordu sur lui-même, qui se fraye un pasage à travers les fissures du rhytidome. Si le rhytidome résiste, les spores forment un amas rougeâtre à la surface et autour de la pycnide, sous le liège.

Le genre *Cytospora* renferme de très nombreuses espèces voisines qui

ont été signalées sur divers arbres fruitiers. L'espèce rencontrée sur Abricotier n'a pu être rigoureusement identifiée. Elle se rapproche beaucoup de *Cytospora Prunorum* ; elle en diffère pourtant par les dimensions de ses spores (qui mesurent de 5 à 6 μ de long seulement, au lieu de 6 à 8 μ).

Malgré sa fréquence, bien qu'on le trouve parfois dès les premiers stades du dépérissement, au moins sous sa forme mycélienne, dans des parties mortes de l'écorce, ce *Cytospora* n'intervient que secondairement. Son rôle indirect dans les dépérissements de l'Abricotier reste pourtant mal connu. Il est vraisemblable que ce champignon ne se développe pas toujours en simple saprophyte et qu'il joue à l'occasion le rôle de parasite de faiblesse (8, p. 277). Il paraît même dans quelques cas être l'agent direct de certains cas particuliers de dépérissement d'Abricotiers. Je l'ai observé par exemple sur de jeunes Abricotiers francs de pied en voie de dessiccation dans le courant de l'été. L'examen de ces arbres montrait le long du tronc une région bien délimitée, suivant laquelle l'écorce était morte jusqu'au bois tout autour du tronc. Au-dessus et au-dessous de cette lésion qui interrompait complètement la circulation de la sève, tous les tissus étaient encore verts et normaux. Sous le rhytidome des parties mortes de l'écorce, les pycnides de *Cytospora* existaient déjà en abondance, dans tous les cas analogues. Il semblait bien y avoir une relation de cause à effet entre la présence de ce champignon et le dépérissement des jeunes Abricotiers. Ce *Cytospora* se comportait donc dans ce cas particulier comme un véritable parasite de blessure. Les sections de jeunes rameaux le long du tronc, lors de la taille de formation des arbres, constituaient en effet très vraisemblablement les points d'infection.

Trichoderma lignorum. — Ce champignon a été isolé en culture pure à partir d'écorce morte d'Abricotier, prélevée sur un arbre présentant les premiers symptômes de dépérissement. Ses fructifications ont été par la suite retrouvées à la surface du tronc d'un Prunier porte-greffe d'Abricotier mort. En culture sur gélose aux bouillons de fruits, il donne en abondance un mycélium blanc qui, par place, se recouvre de coussinets verts formés par les fructifications conidiennes (*Trichoderma lignorum* [Tode] Harz.). Le mycélium disparaît après la formation des spores qui constituent des amas verts à la surface du milieu de culture.

On ne peut considérer cet organisme que comme un saprophyte. Tout au plus peut-il se comporter accidentellement comme un parasite de faiblesse.

Nectria cinnabarina. — Les fructifications conidiennes de cette Hypocréale, *Tubercularia vulgaris* Tode (*Fig.* 6), se rencontrent sur les rameaux morts d'Abricotier, quelle que soit la cause de leur mort. On les trouve en particulier souvent associées aux coussinets de *Monilia cinerea*,

sur les rameaux tués par ce parasite. Je n'ai jamais observé cet organisme autrement qu'en saprophyte.

Basidiomycètes divers. — *Schizophyllum commune* Fr. est assez commun sur l'écorce des Abricotiers morts (8, *Fig.* 12). Il paraît jouer, dans les dépérissements par apoplexie, un rôle comparable à celui que joue le *Cytospora* étudié ci-dessus (8, p. 277 et 279).

Diverses Polyporés envahissent enfin le bois des Abricotiers dépérissants et leurs fructifications se forment de-ci, de-là, sur les arbres morts.

Polyporus fulvus Fr. est tout à fait indépendant des dépérissements par apoplexie. C'est un véritable parasite de blessure, qui s'attaque fréquemment au Pêcher et au Prunier, que l'on trouve beaucoup plus rarement sur Abricotier (8, *Fig.* 29). Encore se comporte-il souvent surtout comme un parasite du Prunier porte-greffe. En tant que parasite de l'Abricotier, son rôle est donc négligeable.

Coriolus hirsutus Fr. forme fréquemment ses fructifications sur le tronc ou les branches des Abricotiers morts par apoplexie (*Fig.* 3). Il s'est alors développé en saprophyte dans le courant de l'année qui a suivi la mort des arbres. Je l'ai aussi trouvé sur un Abricotier greffé sur Pêcher encore vivant (*Fig.* 5). C'est donc occasionnellement un véritable parasite. Dans ce cas particulier, une lésion de l'écorce due à la chaleur (coup de soleil) avait permis l'infection de l'arbre. Les branches dont on voit la section sur la photographie ont certainement été tuées par le champignon.

Coriolus versicolor Pers. (Fig. 10) et *Irpex paradoxus* (Schrad.) Fr. (*Fig.* 9) sont de simples saprophytes qui se développent dans le bois, après la mort des Abricotiers. Leurs fructifications se forment sur un certain nombre d'arbres laissés en place après leur mort[1].

Le développement du mycélium des Polyporées dans le bois entraîne comme conséquence la diminution de la résistance du tronc. L'arbre attaqué est alors facilement cassé par le vent et l'on peut croire dans certains cas à un simple décollement des tissus au niveau de la soudure entre greffon et sujet (*Fig.* 7). Mais, en réalité, dans l'arbre de la figure 7, la majeure partie du bois était pourrie, envahie par le mycélium d'une Polyporée indéterminée ; la circulation de la sève n'était plus assurée que par une étroite bande de bois sain (qui fait saillie à droite). Une Polyporée a donc joué le rôle primordial, le vent n'a agi qu'à titre secondaire.

En résumé, dès que les signes de dépérissement sont manifestes, on trouve un certain nombre d'organismes — insectes ou champignons — dans les différents tissus de l'Abricotier. Aucun de ces organismes ne peut

(1) La plupart des déterminations de Polyporées m'ont été très obligeamment faites en 1923 par M. Patouillard, d'après des échantillons que je lui avais communiqués.

être tenu pour directement responsable des dépérissements par apoplexie. Certains pourtant sont la cause d'un certain nombre de cas particuliers de dépérissement (*Cytospora sp.*, *Polyporus fulvus*, *Coriolus hirsutus*), dont l'importance pratique est négligeable. Beaucoup, sinon tous, sont des parasites de faiblesse qui interviennent à titre secondaire pour hâter la mort des arbres en train de dépérir. Leur rôle exact mérite à ce titre, dans bien des cas, d'être précisé par des observations méthodiques. Il serait pratiquement intéressant de s'opposer à leur développement dans les arbres dont les premières branches commencent seulement à dépérir et ceci amène à insister sur les observations antérieures de Guyot (22) et Joessel (23), sur le rôle des blessures dans les dépérissements des arbres fruitiers. Une blessure, même étendue, reste sans grosse importance par les troubles qu'elle peut apporter dans la circulation de la sève. On peut trouver, sur des Abricotiers comme sur d'autres arbres, de grosses plaies qui ne se traduisent aucunement par une diminution de vigueur (*Fig.* 8). Mais toute blessure constitue une menace pour la vie de l'arbre, car elle peut servir de porte d'entrée à de nombreux microorganismes qui se développent dans le bois. Ces microorganismes vivent d'abord dans les tissus morts, au voisinage de leur point de pénétration ; suivant leur nature, ils se développent ensuite plus ou moins en profondeur dans le bois sain, où ils provoquent toujours des changements de coloration. Le brunissement du bois à partir des blessures est un phénomène pour ainsi dire général. La protection des blessures s'impose donc, conformément aux conclusions de Guyot et Joessel.

Mais le rôle des blessures dans les dépérissements par apoplexie de l'Abricotier mérite d'être interprété de façon très prudente. Il ne faut pas, en effet, perdre de vue que les branches meurent le plus souvent les unes après les autres. Toute branche qui dépérit est entièrement tuée jusqu'à sa base. L'écorce et le bois du tronc au voisinage du point d'insertion de la branche morte sont tués aussi (8, *Pl. I; fig.* 1) et envahis par les mêmes microorganismes que ceux dont tous les tissus dépérissants de l'Abricotier sont de bonne heure la proie. Lorsque la branche morte a été enlevée, la présence de ces microorganismes dans le bois ou l'écorce du tronc n'est pas la conséquence de la section de la branche, *malgré les apparences*. Présence de microorganismes et blessure sont, au contraire, tous deux la conséquence directe du dépérissement par apoplexie d'une branche que l'on a sectionnée au ras du tronc après sa mort.

Types divers de dépérissement de l'Abricotier

Si l'on ne considère que la vallée du Rhône, les dépérissements du type apoplexie, dont j'ai cherché à donner les caractéristiques essentielles, sont nettement prédominants. Ce sont eux qui contribuent dans cette région

à donner aux dépérissements de l'Abricotier leur allure inquiétante. Ils ne sont pourtant pas les seuls types de dépérissement de l'Abricotier que l'on puisse observer.

Armillariella mellea vient au second rang. Au point de vue pratique, c'est un parasite important de tous les arbres fruitiers de la vallée du Rhône, fréquent surtout dans les anciennes terres à mûriers (3) et dans les vieux centres de culture fruitière (Loire et Ampuis, dans le Rhône). Les cas de dépérissement unilatéral de l'arbre ne sont pas rares, mais la maladie est facile à diagnostiquer, car, lorsque l'arbre souffre manifestement, le collet est déjà en partie envahi par le mycélium du parasite, dont les fructifications se forment en abondance à l'automne, au collet des arbres morts ou mourants (8, Pl. *II*). Je n'ai jamais constaté le brunissement du liber dans les arbres attaqués par ce pourridié.

Dematophora necatrix est beaucoup plus rare (8).

La sécheresse paraît provoquer un certain nombre de cas de dépérissement dans des terrains rocailleux se desséchant profondément pendant l'été. Elle se traduit par la dessication des radicelles qui entraîne la mort totale de l'arbre (sujet et greffon), au bout d'un temps plus ou moins long. On n'observe pas le brunissement du liber dans ce type de dépérissement dont quelques cas ont été constatés dans les régions de Saint-Vallier et de Saint-Rambert (Drôme) (8).

L'excès d'humidité peut également se traduire par le dépérissement des Abricotiers. Cadoret (3) estime que les crues du Rhône sont responsables de nombreux cas de dépérissement. En Tunisie, des inondations répétées au cours de l'hiver, submergeant le terrain pendant plusieurs jours consécutifs (trois submersions distinctes d'une durée respective de dix, huit et trois jours au cours du même hiver) ont provoqué la mort totale d'Abricotiers greffés sur Amandier par simple asphyxie des racines, sans trace de pourridié. Les arbres n'ont même pas poussé au printemps suivant [1].

Les conditions de culture paraissent aussi intervenir. Ce serait même là un facteur important de dépérissement du Prunier dans certaines régions (9). En ce qui concerne l'Abricotier, on constate notamment dans les vergers de Loire (Rhône) d'assez nombreux Abricotiers qui manquent de vigueur, dont les pousses restent courtes, les feuilles jaunâtres, et qui présentent même un départ anticipé de la végétation au printemps. A l'analyse, la seule cause qui ressorte pour expliquer ce mauvais état, est d'ordre cultural. Ces Abricotiers occupent, en effet, fréquemment des terrains jusqu'ici travaillés, livrés à la culture maraîchère par exemple et qu'on a progressivement transformés en prairies permanentes.

(1) Ces renseignements m'ont été obligeamment communiqués par M. Guillochon, Assistant au Service Botanique de Tunisie.

Enfin, diverses causes de nature parasitaire entraînent la mort d'un certain nombre d'Abricotiers. Ce sont, parmi celles qui ont été jusqu'ici mises en évidence ou que l'on peut tout au moins fortement suspecter, diverses Polyporées (*Polyporus fulvus*, *Coriolus hirsutus*) et un *Cytospora*. Certains cas de dépérissement de jeunes arbres de pépinière étudiés par Joessel et par Dufrénoy constituent peut-être aussi un type spécial, bien que ces auteurs les rattachent entièrement aux dépérissements par apoplexie.

Conclusions

Les dépérissements par apoplexie de l'Abricotier constituent un type spécial de dépérissement dont l'importance est primordiale. En l'état actuel de nos connaissances, il est prudent d'admettre que tous les cas de dépérissement de l'Abricotier, et à plus forte raison tous les cas de dépérissement d'arbres fruitiers jusqu'ici signalés dans de nombreuses régions, ne peuvent pas se ramener à un type unique. Il est par conséquent utile, pour éviter toute confusion, de préciser les symptômes des dépérissements par apoplexie.

Parmi les nombreux symptômes précurseurs des dépérissements par apoplexie de l'Abricotier, le brunissement du liber, tel qu'il est défini ici, paraît spécifique. Jusqu'à plus ample informé, il me semble donc nécessaire de ne classer dans ce type de dépérissement que les Abricotiers présentant ce brunissement, au moins à certains stades de l'évolution de la maladie à laquelle ils succombent. Les résultats obtenus dans l'étude des autres types de dépérissement où le brunissement du liber fait défaut ne paraissent donc pas, *de plano*, applicables aux dépérissements par apoplexie.

Mes observations m'avaient antérieurement conduit à considérer les altérations du bois comme une conséquence secondaire des dépérissements par apoplexie et non comme leur cause. Les Abricotiers qui n'ont encore perdu aucune branche, qui ne portent aucune blessure notable et qui présentent pourtant des symptômes précurseurs très manifestes de l'apoplexie, avec brunissement du liber, ont le bois du tronc et des grosses branches entièrement sain d'aspect.

Les travaux de Dufrénoy et ceux de Joessel font d'un *Verticillium* parasite du bois la cause des dépérissements de l'Abricotier, du Pêcher, du Prunier et d'un grand nombre d'autres plantes. Le mode d'action de ce *Verticillium* et certains points particuliers de sa biologie apparaissent à l'analyse difficiles à interpréter. Son rôle exact reste donc à établir. Je suis tenté de le considérer comme *un organisme qui n'intervient qu'à titre secondaire, dans les dépérissements par apoplexie de l'Abricotier.*

Un certain nombre d'insectes et de champignons envahissent de bonne

heure les arbres dépérissants. Ils se comportent souvent comme de véritables parasites de faiblesse. Aussi leur rôle, bien que secondaire, n'est pas négligeable. Certains sont les agents directs de quelques types particuliers de dépérissement de l'Abricotier.

Parmi les causes de dépérissement de l'Abricotier jusqu'ici mises en évidence, les pourridiés, la sécheresse, l'humidité, de mauvaises pratiques culturales, sont à retenir. Elles sont indépendantes des dépérissements par apoplexie, bien que la confusion entre tous ces types de dépérissement soit facile.

La question de la cause des dépérissements par apoplexie reste donc, à mon avis, encore entière. Si l'on tient compte de l'ensemble des travaux parus jusqu'à ce jour sur cette question et autant de leurs points communs que de leur désaccord, l'étude des dépérissements par apoplexie de l'Abricotier doit tenir compte des observations suivantes :

1° Il est nécessaire de différencier nettement les types divers de dépérissement et d'établir par de nouvelles observations si, comme je le crois, le brunissement du liber peut être tenu pour un symptôme spécifique des dépérissements par apoplexie de l'Abricotier.

2° La présence de veines brunes dans le bois est-elle constante sur les Abricotiers qui présentent des symptômes de dépérissement par apoplexie et qui n'ont jusque-là perdu aucune branche? Leur présence précède-t-elle en particulier le brunissement du liber ?

3° Les parties brunes du bois renferment-elles toujours un *Verticillium* ou bien, comme la note de Rives semble le montrer, d'autres microorganismes entraînent-ils les mêmes modifications dans l'aspect du bois ?

4° Par bien des points, dans ses manifestations autant que dans son évolution, la maladie paraît de nature parasitaire. Si le brunissement du bois n'est pas retenu comme un symptôme primaire constant des dépérissements par apoplexie, il y aurait donc lieu de rechercher si les tissus d'aspect normal ne peuvent pourtant pas héberger un parasite qui aurait échappé jusqu'ici à toutes les recherches. Je crois, en effet, que la question n'a jamais été envisagée sous cet aspect. Le rôle des microorganismes qui interviennent à titre secondaire, mérite aussi d'être exactement précisé.

5° Enfin, comme aucun parasite spécifique ne peut jusqu'ici être finalement retenu sans contestation, il est nécessaire de ne pas rejeter *a priori* l'étude des causes possibles d'ordre physiologique. Le rôle de la greffe et de la nature du porte-greffe restent en fin de compte mal établis. En bien des régions, on considère que la greffe sur Prunier Myrobolan entraîne le dépérissement des Abricotiers (22). De nombreux arboriculteurs se rangent à cette opinion et Cadoret (3) conseille de rejeter le Prunier comme porte-greffe de l'Abricotier. La greffe sur franc a aussi, il est vrai, ses détracteurs. Des recherches méthodiques sur le rôle de la greffe et du porte-greffe seraient

donc à poursuivre et le champ d'expérience dont la création avait été amorcée en 1923 aurait en particulier permis l'étude de cette question.

Il faut penser aussi à la possibilité de se trouver en présence de troubles de nutrition comparables par exemple à ceux qui caractérisent la Brunissure de la vigne dont l'étiologie est aujourd'hui bien connue. Ravaz (1) a signalé depuis longtemps, comme conséquence de la Brunissure, la nécrose de certaines régions du liber d'abord, du bois ensuite, qui ne peuvnt manquer de rappeler les altérations du même ordre des Abricotiers dépérissants par apoplexie (1, p. 133 et suivantes). Ravaz a même signalé que la surproduction doit avoir, chez les arbres fruitiers, la même conséquence que chez la vigne et qu'elle peut entraîner en particulier l'affaiblissement de l'arbre, puis la mortalité des branches partielle ou totale (1, p. 161-162).

*
* *

J'ai essayé de présenter la question des dépérissements de l'Abricotier sous son aspect actuel. Je n'ai insisté sur les désaccords entre les différents auteurs qui se sont occupés de cette question que pour pouvoir mieux montrer les points restant à résoudre. Si les observations prêtent peu à la critique, les interprétations, par contre, sont essentiellement subjectives et je ne saurais attribuer aux miennes plus de valeur qu'à celles des autres expérimentateurs. Ce travail n'a donc pour but que d'appeler de nouvelles recherches, pour lesquelles il fournit un certain nombre d'éléments.

Bibliographie.

1. — 1904. — Ravaz (L.). — La brunissure de la vigne (186 p., II pl., 42 fig., Montpellier, Paris).

2. — 1921. — Paillot (A.). — Recherches sur les insectes xylophages des Abricotiers dans la vallée du Rhône (*Ann. des Epiphyties*, VII, p. 439-440).

3. — 1922. — Cadoret (A.). — L'Abricotier dans la vallée du Rhône (*Journ. d'Agric. Pratique*, XXXVIII, p. 271).

4. — 1922. — Chabrolin (C.). — Les dépérissements de l'Abricotier dans la vallée du Rhône (*Bull. de l'Office Rég. Agric. du Midi*, I, p. 24-37, Marseille, et *C. R. des travaux des Centres d'Exp. de l'Office Rég. Agric. de l'Est-Central*, 1 vol., p. 92-111, Lyon).

5. — 1922. — Chabrolin (C.), Déaux, Foex (Et.), Paillot (A.) et Vergier. — Les maladies des arbres fruitiers dans la vallée du Rhône et le département du Var (*Bull. de l'Office Rég. Agric. du Midi*, 4, p. 54-59, 2 fig., Marseille).

6. — 1923. — Chabrolin (C.). — Les maladies des arbres fruitiers à noyaux dans la vallée du Rhône (*Bull. de l'Office Rég. Agric. du Midi*, VI, avril, p. 1-26, 5 fig., Marseille).

7. — 1923. — Czarnecki (H.). — Studies on the so-called black heart disease of the apricot (*Phytopathology*, XIII, p. 216-224).

8. — 1924. — Chabrolin (C.). — Quelques maladies des arbres fruitiers dans la vallée du Rhône (*Ann. des Epiphyties*, X, p. 263-333, 36 fig., 5 pl., Bibliogr.).

9. — 1926. — Montard (G. de). — La fatigue des terres et les plantations de Pruniers (*Journ. d'Agric. pratique*, XLVI, p. 93-95, 2 fig.).

10. — 1926. — Paillot (A.). — Sur les causes de dépérissement des Abricotiers dans la vallée du Rhône. Rôle du *Xyloborus Saxeseni* (*C. R. de l'Acad. d'Agric.* XII, p. 836-840).

11. — 1926. — Rosen (H.-R.). — Efforts to determine the means by which the cotton-wilt fungus *Fusarium vasinfectum* induces wilting (*Jour. of Agric. Research*, XXXIII, p. 1143-1162, 3 fig., Bibliogr.).

12. — 1927. — Dufrénoy (J.). — Dépérissement des arbres fruitiers dans le Massif Central (1 broch., 13 p., 8 fig., Clermont-Ferrand. (An. in *Rev. of Appl. Mycology*, VI, p. 426, 1927).

13. — 1927. — Dufrénoy (J.). — Production des nitrites par des *Verticillium* en culture pure (*Bull. de la Soc. de Chimie biologique*, IX, p. 935-936).

14. — 1927. — Dufrénoy (J.). — Etude expérimentale des relations des *Verticillium* et de leur hôte. (*Rev. de Pathol. végét. et d'Entom. agric. de France*, XIV, p. 207-214, 8 fig.).

15. — 1927. — Dufrénoy (J. et M.-L.). — Hadromycoses (*Ann. des Epiphyties*, XIII, p. 195-212, 21 fig., 2 pl., Bibliogr.).

16. — 1927. — Guyot (A.-L.). — Le dépérissement des Abricotiers dans la vallée du Rhône (*C. R. des séances du Congrès national pour la lutte contre les ennemis des cultures, tenu à Lyon en juin* 1926, p. 35-40, 3 fig.).

17. — 1927. — Vivet (E.). — Dépérissement des Abricotiers en Provence (*Rev. Agric. de l'Afrique du Nord*, XXV, p. 434-435, Alger).

18. — 1927. — Paillot (A.). — Etude de la faune entomologique des Abricotiers et du rôle des insectes dans le dépérissement de cet arbre (Rapport sommaire). (*Ann. des Epiphyties*, XIII, p. 465).

19. — 1827. — Rapport phytopathologique pour les années 1926-1927. (*Ann. des Epiphyties*, XIII, p. 383-454.)

20. — 1927. — Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les Laboratoires en 1926 et 1927. (*Ann. des Epiphyties*, XIII, p. 455-499.)

21. — 1928. — Bordas (J.) et Joessel (P.-H.). — Sur l'action réductrice exercée par des champignons des genres *Fusarium* et *Verticillium* parasites des vaisseaux du bois. (*C. R. de l'Acad. des Sciences*, CLXXXVII, p. 574-576.)

22. — 1928. — Guyot (A.-L.). — Considérations générales sur l'état sanitaire des plantations fruitières de la vallée du Rhône. (*Rev. de Pathol. végét. et d'Entom. agric. de France*, XV, p. 210-224, 1 pl.)

23. — 1928. — Joessel (P.-H.). — Quelques maladies du Pêcher et de l'Abricotier dans la région rhodanienne. (*Prog. Agric. et Vitic.*, LXXXX, p. 350-353 et p. 370-374.)

24. — 1928. — Vivet (E.). — Chronique. Dépérissement des Abricotiers. (*Rev. Agric. de l'Afrique du Nord*, XIX, p. 482-483, Alger.)

25. — 1929. — Rives. — Sur les causes du dépérissement de l'Abricotier par apoplexie. (*C. R. de l'Acad. d'Agric.*, XV, p. 76-83.)

Fig. 1

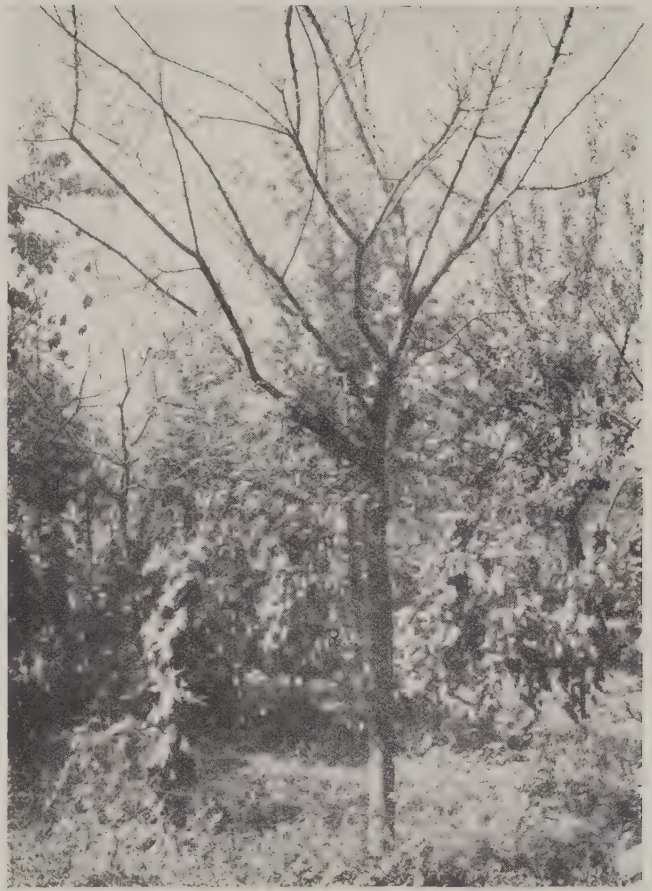


Fig. 2

Fig. 3

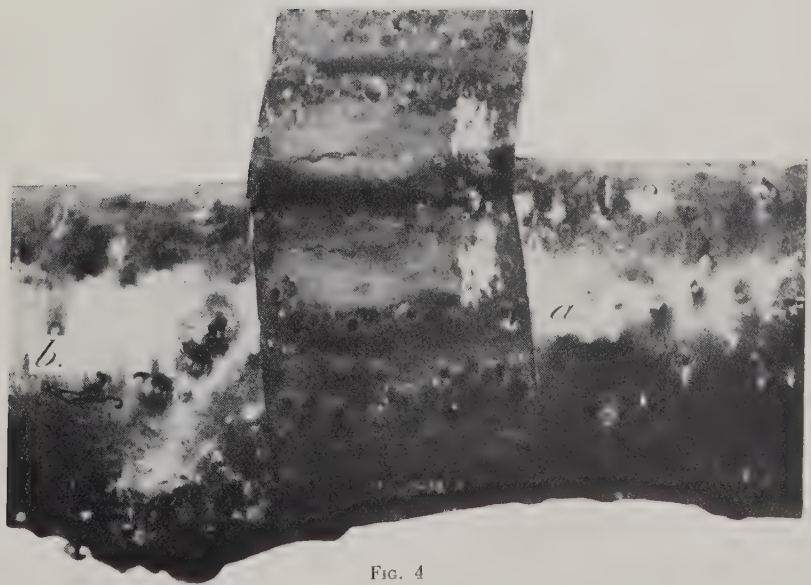


Fig. 4

Ch. Chabrolin. — *Dépérissements de l'Abricotier.*

Fig. 5

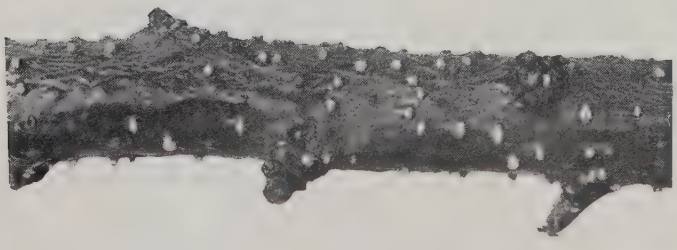


Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Ch. Chabrolin. — *Dépérissements de l'Abricotier.*

Fig. 9

Fig. 10
Ch. Chabrolin. — *Dépérissements de l'Abricotier.*

Explication des Planches

PLANCHE I

Fig. 1. — Abricotier présentant des symptômes de dépérissement par apoplexie. L'arbre a feuillé prématurément au printemps ; il ne porte pas de fleurs ; les extrémités des rameaux sont mortes. Photographie du 28 mars 1923. Abricotier de six à huit ans, greffé sur Prunier en tête (en G.). Description dans le texte. Ampuis (Rhône), mars 1923.

Fig. 2. — Abricotier greffé sur Prunier en tête. Le greffon est entièrement mort par apoplexie dans le courant de l'année 1921. Le tronc du Prunier porte-greffe a alors émis un rejet très vigoureux, R, qui, dans sa deuxième année de végétation, mélange ses pousses aux branches mortes de l'Abricotier. Ampuis (Rhône), juin 1922.

PLANCHE II

Fig. 3. — Fructifications de *Coriolus hirsutus* sur le tronc d'un Abricotier mort par apoplexie en 1921. Echantillon récolté un an après. 1/2 grandeur naturelle environ. Ampuis (Rhône), juillet 1922.

Fig. 4. — Fructifications de *Cytospora sp.* sur une branche d'Abricotier mort par apoplexie. En *a*, par exemple, les pycnides soulèvent le rhytidome et forment de petits mamelons encore entièrement recouverts par le liège. En *b*, les spores sont émises en un filament contourné de couleur rougeâtre. Au milieu de l'échantillon, le rhytidome a été enlevé et rabattu vers le haut pour montrer les très nombreuses pycnides de *Cytospora* à la surface du liber. Grandeur naturelle environ.

PLANCHE III

Fig. 5. — Fructifications de *Coriolus hirsutus* en place sur un Abricotier vivant greffé sur Pêcher. 1/2 grandeur naturelle environ. Saint-Vallier (Drôme), juillet 1922.

Fig. 6. — Fructifications de *Tubercularia vulgaris* sur rameau d'Abricotier mort. Paris, Jardin de la Station de Pathologie végétale, août 1922.

PLANCHE IV

Fig. 7. — Abricotier greffé sur Pêcher et cassé par le vent au niveau de la soudure entre le greffon et le sujet. Le bois était mort dans toute cette région, en partie désorganisée par le mycélium d'une Polyporée vraisemblablement et la circulation de la sève n'était plus assurée que par une bande de tissus vivants qui font saillie à droite sur la photographie. La désorganisation du bois est la cause initiale de la rupture du tronc par le vent. Quelques rejets au collet. Saint-Vallier (Drôme), juillet 1922.

Fig. 8. — Une lésion très importante de l'écorce et du bois au niveau de la section d'une branche sur le tronc d'un Abricotier greffé sur Prunier. On remarque à la surface du bois mis à nu des traces de galeries d'insectes, de larves de *Cerambyx* probablement. D'après l'importance des bourrelets cicatriciels, la lésion remonte à plusieurs années. L'Abricotier n'en reste pas moins normalement vigoureux. Saint-Péray (Ardèche), juillet 1922.

PLANCHE V

Fig. 9. — Fructifications d'*Irpex paradoxus* résupinées à la surface des branches d'un Abricotier mort par apoplexie. Arbre mort en 1921, échantillon récolté en 1922. Le Prunier porte-greffe avait fourni un rejet vigoureux. 1/2 grandeur naturelle environ. Ampuis (Rhône), juillet 1922.

Fig. 10. — Fructifications de *Coriolus versicolor* sur le tronc d'un Abricotier greffé sur Prunier, mort par apoplexie. L'échantillon du haut est sur Prunier, celui du bas sur Abricotier. Face supérieure des carpophores d'un noir velouté, régulièrement zonée. Arbre mort en 1921, échantillon récolté en 1922. 1/2 grandeur naturelle environ. Ampuis (Rhône), juillet 1922.

LA POURRITURE DE L'INFLORESCENCE DU PALMIER-DATTIER

(Khamedj)

par Ch. CHABROLIN

Ingénieur agronome, Professeur à l'Ecole Coloniale d'Agriculture de Tunis

---

Sommaire

I. — Caractères de la maladie, p. 378 ; 1° Surface externe de la spathe, p. 378 ; 2° Surface interne de la spathe, p. 378 ; 3° Le spadice, p. 378 ; 4° Conséquences de la maladie 380

II. — Evolution de la maladie, p. 382 ; 1° Cause de la maladie, p. 382 ; 2° L'infection, p. 383 ; 3° Le mycélium du parasite, p. 385 ; 4° Action du mycélium sur les tissus, p. 387 ; 5° Le champignon en culture pure, p. 388 ; 6° Les fructifications du champignon dans la nature et en culture..... 390

III. — Systématique ; Diagnose 396

IV. — Historique, répartition géographique 398

V. — Importance pratique 400

VI. — Traitements, p. 402 ; Procédé de lutte à vulgariser dans les milieux indigènes. 408

VII. — Résumé 409

VIII. — Bibliographie 412

IX. — Explication des planches 414

La pourriture de l'inflorescence du Palmier-Dattier (*Phœnix dactylifera* L.), communément désignée par les indigènes sous le nom de *Khamedj* (pourriture), est une maladie depuis longtemps signalée, mais dont la cause exacte n'a été que récemment déterminée. Cette détermination a permis par la suite d'identifier les unes aux autres des affections décrites sous des noms différents et attribuées à des causes diverses, le plus souvent mal définies, ces attributions étant parfois inexactes. Il est ainsi apparu que cette maladie était commune aux différentes oasis du nord de l'Afrique, de la Cyrénaïque, au Maroc. L'étude en était donc intéressante à poursuivre, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue pratique. Commencée en 1926, elle a donné lieu à des observations et à des essais répétés au cours de ces trois dernières années. Ce sont les résultats de cette étude d'ensemble, examinés

à la lumière des faits antérieurement acquis, qui sont exposés dans la note ci-dessous.

CARACTÈRES DE LA MALADIE

Surface externe de la spathe

La maladie se manifeste au printemps, courant mars et avril, dès l'apparition des régimes entre les gaines des feuilles. Une jeune inflorescence récemment infectée, encore dans sa spathe, se distingue très difficilement d'une inflorescence saine, d'après son seul aspect extérieur. C'est à peine si l'on aperçoit, sur l'un quelconque des côtés de la spathe, une ou plusieurs taches mal définies, dont la couleur rousse ou jaune roux ne tranche guère sur le fond vert jaune des parties saines. Ces taches sont encore d'autant moins visibles que la surface des spathes est normalement rugueuse et brune par place et que ce revêtement superficiel masque partiellement la couleur, et l'aspect des tissus sous-jacents. Aussi, il arrive qu'aucun symptôme externe ne permet de reconnaître de prime abord et avec certitude une inflorescence récemment contaminée, le mal ne se révélant que par l'ouverture de la spathe et l'examen de son contenu. Rien ne saurait mieux montrer que la maladie se développe sur des régimes absolument intacts, en dehors de toute blessure de la spathe, contrairement à ce que suppose le Lieutenant Billoudet (23).

Ce n'est que si le mal intéresse déjà une bonne partie des tissus de l'inflorescence et si l'infection est par conséquent plus ancienne, que ces lésions externes, sur la spathe encore fermée, sont nettement apparentes. Les taches rousses sont alors plus étendues et plus nombreuses; elles sont irrégulièrement confluentes entre elles et occupent une surface importante de la bractée. Habituellement confinées sur les vingt ou trente derniers centimètres de cette enveloppe protectrice, nombreuses surtout vers son sommet, elles peuvent pourtant être limitées à sa région moyenne ou même à sa partie basale, ainsi que Osval (6), en particulier, l'a déjà montré.

La spathe qui entoure le jeune spadice est une sorte de fourreau rigide, entièrement clos, aminci vers le haut, à section elliptique (Pl. I, *fig.* 1). Le plan médian de l'inflorescence suivant le grand axe de la section est parallèle au plan des feuilles. La spathe présente donc une face tournée vers l'extérieur de l'arbre, une autre vers le bourgeon terminal. Les toutes premières taches sont visibles sur l'une ou l'autre de ces faces. Au stade déjà avancé décrit en second lieu, les deux côtés de la spathe sont intéressés à des niveaux correspondants et les taches qu'ils présentent, comparables en importance, ont leur surface légèrement déprimée, ce qui contribue alors

à les rendre plus apparentes encore. En chambre humide, ces taches se recouvrent d'une légère efflorescence blanche, analogue à celle que Foex et Vayssière ont déjà notée (8). Nous n'avons jamais observé ce revêtement pulvérulent sur des régimes en place. Il ne paraît pouvoir se former que dans des conditions anormales ou artificielles d'humidité

Surface interne de la spathe

Si l'on ouvre la spathe d'une inflorescence contaminée, la maladie se traduit au premier coup d'œil, tant par l'examen de la surface interne de la spathe que par l'examen du spadice.

Sur une inflorescence très récemment infectée, la face interne de la spathe montre une tache de forme arrondie ou à contours irréguliers dont la surface atteint à peine quelques centimètres carrés (Pl. I, *fig.* 1 et 2, à droite). Cette lésion correspond exactement à une tache rousse externe, beaucoup moins étendue et beaucoup moins visible. Elle est de couleur jaune clair, homogène d'abord, puis irrégulièrement piquetée de brun fauve à partir du centre. Ces points bruns paraissent correspondre aux points de contact de la spathe avec les boutons floraux sous-jacents. Les tissus malades sont d'aspect huileux et translucides à contre-jour (tache d'huile). A leur surface sourdent de petites gouttelettes d'eau (Pl. I, *fig.* 2, à droite) et la partie centrale de la tache est fréquemment recouverte d'un duvet blanc peu abondant et peu étendu. Dans son ensemble, cette lésion est très apparente et tranche nettement sur le fond blanc ivoire brillant des parties internes saines de la jeune bractée.

L'étendue des parties malades de la spathe s'accroît peu à peu, suivant étroitement la progression du mal dans la masse du jeune spadice. Les lésions conservent le même aspect, sont seulement de couleur plus foncée, la marge seule restant jaune clair (Pl. I, *fig.* 4 et Pl. II, *fig.* 5).

Le Spadice

La masse très étroitement emprisonnée des brins du spadice est intéressée par la maladie dans les parties situées juste au-dessous des régions altérées de la spathe. La maladie se traduit à ce niveau par une tache roussâtre ou brune avec, dans les interstices ménagés entre les boutons floraux et les ramifications du spadice, un duvet blanc abondant surtout vers le centre (Pl. I, *fig.* 1 et 2, à gauche). L'épaisseur des tissus atteints est faible au début, moins de 1 cm. parfois. La lésion n'atteint pas encore la surface interne de l'autre côté de la spathe (celle placée sous le spadice dans les

photographies). On constate très nettement dans les premiers stades la progression de la maladie de l'extérieur vers l'intérieur, ce qui montre que l'infection est d'origine externe.

Lorsque la maladie est extérieurement très apparente sur les deux côtés de la spathe, l'examen du spadice révèle l'existence d'une ou plusieurs zones brunes présentant les caractères indiqués ci-dessus (Pl. I, *fig.* 4 et Pl. II, *fig.* 5). Ces différentes zones altérées finissent par devenir confluentes entre elles et ainsi la majeure partie du spadice est pourrie, de couleur rousse ou brune, les interstices étant remplis d'une masse blanche, d'aspect floconneux ou pulvérulent.

Sur chaque brin considéré individuellement, la partie atteinte est de couleur rousse ou brun roux, irrégulièrement marbrée de brun plus foncé. La couleur pâlit progressivement en se rapprochant des bords, au voisinage des tissus sains. La zone de transition est d'un blanc gris translucide, comme imprégnée d'eau et se dégrade peu à peu vers le blanc ivoire des tissus sains.

Suivant la longueur des brins, la situation et l'étendue de la région infectée du spadice, la partie malade intéresse une longueur variable du sommet ou de la zone moyenne de chaque brin (Pl. I, *fig.* 3). Le reste est entièrement sain et normal d'aspect, tant que le spadice est entouré par la spathe. Les boutons floraux situés dans les parties altérées sont tués et brunissent. Ceux qui sont insérés sur les parties encore saines des brins restent normaux. La présence du champignon n'apporte pas de modifications dans le développement des organes non directement contaminés; il ne provoque pas en particulier l'avortement des boutons floraux que signale pourtant Cavara (15 et 16). Les boutons contaminés sont tués et tombent aisément. Il s'agit non pas d'une atrophie au sens exact de ce mot, mais d'une simple pourriture à un stade plus ou moins avancé de leur évolution.

Conséquences de la maladie

Souvent la presque totalité de l'inflorescence pourrit et la spathe ne s'ouvre pas, ainsi que l'a antérieurement établi Cavara (15 et 16). Il est fréquent d'un liquide brunâtre s'accumule alors à la base de l'enveloppe du régime. Ce liquide n'est pas constitué par de l'eau de pluie, car on le trouve dans des inflorescences dont la spathe est absolument intacte. C'est la sève qui exsude au niveau des tissus morts devenus perméables et les gouttelettes d'eau que l'on aperçoit dès le début sur la surface interne des taches de la spathe ont la même origine. Un phénomène comparable se produit au niveau de blessures faites artificiellement en vue de l'obtention du vin de palme ou *lagmi*.

La spathe peut aussi se fendre et permettre un dégagement partiel ou total du spadice. La portion terminale des brins peut rester engagée dans l'extrémité de la spathe et le régime se déforme (21, *fig.* 4, à gauche). L'ouverture de la spathe et le dégagement du spadice sont d'origine purement mécanique. Ils s'expliquent par l'allongement continu de l'axe du spadice et de ses différentes ramifications à un moment où la bractée qui les enveloppe s'arrête dans son développement. Si une partie plus ou moins importante des tissus du spadice est déjà morte, la croissance des tissus vivants sera insuffisante pour provoquer la rupture des parois de la spathe ou ne permettra qu'un dégagement partiel des brins. On conçoit sans peine que tous les cas d'espèce sont possibles.

Lorsque l'inflorescence se dégage entièrement, on remarque fréquemment que la région médiane des brins est seule contaminée et se recouvre en se desséchant d'une pruine blanche uniformément répartie. Au niveau des parties contaminées, les boutons floraux morts se détachent et disparaissent. La partie terminale des brins, restée jusqu'à ce moment-là vivante (Pl. I, *fig.* 4), supportée par des tissus morts sans rigidité, s'infléchit vers le sol et se dessèche par contre-coup. Les boutons floraux de cette région se dessèchent naturellement aussi, mais ne tombent pas et restent adhérents aux brins (Pl. II, *fig.* 6). La base de l'inflorescence reste seule vivante et les quelques fleurs qu'elle porte évoluent normalement. La zone de transition entre les tissus sains et les tissus contaminés recouverts d'une pruine blanche est constituée, sur 5 à 10 cm. de longueur, par des tissus jaunes marbrés de brun clair, translucides, mal délimités vers le bas. Au-dessous, dans les parties restées saines, on remarque des taches brunes, sans doute noires à la longue (15 et 16), à surface légèrement déprimée, isolées ou irrégulièrement confluentes entre elles. Quelques taches sont recouvertes d'un duvet blanc et sont susceptibles de former ce revêtement en chambre humide (15 et 16).

Ces inflorescences malades partiellement ou totalement sorties de la spathe émettent à ce moment-là une odeur particulière plutôt agréable. Elles sont plus fréquentes sur les Palmiers femelles, où il est vraisemblable que les indigènes les dégagent parfois artificiellement pour assurer le développement des fleurs restées vivantes à leur base.

Sur les inflorescences malades coupées, partiellement ouvertes pour être examinées, puis placées sous cloche en milieu humide, les taches ne s'accroissent pratiquement plus. Mais la surface de tous les tissus morts se recouvre d'un duvet blanc d'aspect cotonneux puis pulvérulent, comparable à celui qui existait déjà dans tous les interstices entre les fleurs et les ramifications du spadice.

ÉVOLUTION DE LA MALADIE

Cause de la maladie

Le *Khamedj* du Palmier-dattier est de nature parasitaire. Il doit être attribué à un champignon du groupe des Hyphomycètes décrit pour la première fois en 1925 par Cavara (15 et 16) sous le nom de *Mauginiella Scaettae* Cav., d'après des échantillons reçus de Benghazi (Cyrénaïque). Cavara attribue déjà les lésions qu'il décrit sur inflorescence mâle de Palmier-dattier au parasitisme de ce microorganisme. Nos observations nous permettent de confirmer entièrement les conclusions de cet auteur. Le mycélium et les fructifications de *Mauginiella Scaettae* se trouvent en effet toujours dans les tissus malades des inflorescences atteintes par le *Khamedj*. On les rencontre de façon constante *même dans les très jeunes lésions* et le mycélium du champignon se retrouve sur le bord des taches, au voisinage immédiat des tissus sains. La mise en culture de fragments de tissus (un bouton floral ou un fragment de brin du spadice), prélevés aseptiquement dans les parties visiblement altérées, au-dessous de la spathe, permet toujours d'obtenir d'emblée *Mauginiella Scaettae* en culture pure, *si peu étendue que soit la tache d'infection*. L'ensemble de ces données suffit pour établir indiscutablement que le *Khamedj* du Dattier doit être attribué au parasitisme de *Mauginiella Scaettae* Cav., que ce microorganisme ne peut pas être tenu pour un simple saprophyte se développant dans des tissus altérés pour d'autres causes.

L'inoculation de fragments de cultures pures de *Mauginiella Scaettae* sous la spathe d'inflorescences sur le point de s'ouvrir nous a permis d'obtenir dans quelques cas le développement du champignon sur quelques centimètres tout autour du point d'inoculation. Les inflorescences témoins, identiquement blessées, mais non contaminées, restaient indemmes. Nous n'avons pu de la sorte reproduire pourtant des altérations comparables à celles que l'on trouve naturellement. Les résultats n'ont pas été plus probants en employant des fragments d'inflorescences malades au lieu et place de fragments de cultures pures. Mais il faut remarquer que les inflorescences inoculées étaient déjà âgées, entièrement sorties de la gaine des feuilles à l'aisselle desquelles elles naissent et sur le point de s'ouvrir. Dans les conditions naturelles, l'infection est beaucoup plus précoce et le champignon se développe au début dans des tissus plus jeunes, plus parenchymateux. Ceci doit suffire à expliquer que nous n'ayons obtenu par cette méthode que des résultats partiels. Dans le même ordre d'idées, nous n'avons pas essayé l'infection artificielle des inflorescences en dehors de toute blessure, faute de pouvoir opérer sur des inflorescences très jeunes qui sont au début entièrement cachées entre les gaines des feuilles. Celles sur lesquelles

nous comptions pour réaliser de pareils essais se sont montrées malades dès que leur sommet a été visible.

En somme, bien que la reproduction artificielle de la maladie n'ait pu être intégralement réalisée, tous les faits relatifs à l'évolution du *Khamedj* et à la biologie de *Mauginiella Scaettae* Cav. qui l'accompagne, sont concordants et conduisent à admettre le parasitisme de ce champignon, conformément aux conclusions antérieures de Cavara.

Trabut (4 et 5) a donc attribué à tort cette maladie au parasitisme d'une cochenille : *Phoenicococcus Marlatti* Cock. Cette cochenille, commune entre les gaines des feuilles et sur la base des régimes, se rencontre d'une façon tout à fait indépendante du *Khamedj*. En particulier, les taches encore peu développées, telles que celle figurée (Pl. I, *fig.* 1 et 2) ne portent aucune cochenille à leur surface.

Tout de suite après la publication de la note de Trabut (4), Osval (6) régisseur d'un groupe important d'oasis et qui, à ce titre, avait pu fréquemment observer cette maladie, déclare nettement que *Phoenicococcus Marlatti* ne peut être tenu pour la cause du *Khamedj* et cet auteur est le premier qui ait signalé qu'une « moisissure », se développant à la faveur de l'eau de pluie persistant au voisinage de la spathe, attaque le régime et le contamine. La nature cryptogamique du mal est ainsi affirmée.

Comme nous le verrons ultérieurement, les indigènes attribuent souvent cette pourriture du régime à des vers qui se développent dans les tissus altérés. Ils désignent alors la maladie sous le nom de *doud* ou *doudah* (ver). Foex et Vayssière (8) ont montré que ces vers ne sont pas la cause du mal et après eux Balachowsky (14) a réfuté l'opinion de Surcouf (11 et 12) qui attribuait la maladie au parasitisme de diverses larves de coléoptères dont il ne citait d'ailleurs que les plus volumineuses. Il est donc à peine nécessaire d'indiquer que nous n'avons jamais trouvé d'insectes, ni à l'état larvaire ni à l'état adulte, dans les nombreuses inflorescences que nous avons examinées, même dans celles qui étaient déjà en grande partie mortes (Pl. I, *fig.* 4 et Pl. II, *fig.* 5, par ex.).

L'infection

L'infection de l'inflorescence par *Mauginiella Scaettae* est très précoce. Elle se produit dès les premiers stades de son évolution, alors que la spathe est encore entièrement cachée entre les gaines des feuilles. Elle est d'origine externe. La localisation des jeunes taches en surface, au contact de la spathe manifestement envahie elle aussi, la progression de la maladie de l'extérieur vers l'intérieur au début, permettent déjà d'appuyer solidement cette conclusion. La possibilité expérimentalement établie d'éviter l'infection par divers traitements anticryptogamiques externes confirme pleine-

ment cette déduction. Il ne nous est donc pas possible de supposer avec Cavara (15 et 16) que le mycélium de *Mauginiella Scaettae*, localisé à la base des inflorescences malades, continue son évolution au printemps suivant, gagne le bourgeon terminal et se localise dans les nouvelles inflorescences en cours de différenciation.

Avec un pareil mode de contamination, la maladie se traduirait d'abord à la base du régime et progresserait de la base vers le sommet d'une part, de l'intérieur vers l'extérieur d'autre part. Les photographies ci-jointes suffisent à réfuter cette interprétation. Nous verrons d'autre part que le mycélium se développe surtout dans le parenchyme, ne gagne que tardivement les vaisseaux du bois. Sa progression est lente dans les ramifications du spadice en grande partie formées de faisceaux libéro-ligneux. La base de l'inflorescence reste presque toujours saine; le mycélium ne gagne donc pas le bourgeon terminal.

C'est encore pour cette raison que nous estimons qu'il n'y a pas de relations entre le *Khamedj* et la redoutable maladie du Dattier connue sous le nom de *Baïoudh* et qui, malgré de nombreux travaux (8, 10, 12, 14, 17, 18,22), reste jusqu'ici de nature inconnue. Foex et Vayssière (8) supposent que ces deux affections, alors toutes deux à causes indéterminées, pourraient avoir la même origine. Balachowsky (14) fait remarquer que certaines oasis, celle de Colomb-Béchar en particulier, sont envahies par le *Khamedj* (*doudd*) et non par le *Baïoudh*. La Tunisie (Djérid et région de Tunis) se trouve dans la même situation. Le *Khamedj* y est commun. Le *Baïoudh* n'y a jusqu'ici jamais été signalé et bien que l'on constate de-ci, de-là, quelques dépérissements dans les oasis, nous n'avons pu identifier aucun d'eux avec le *Baïoudh*, maladie bien définie par ses symptômes. Enfin, le *Baïoudh* est essentiellement une maladie du tronc ou des racines qui amène finalement la mort du Palmier, alors que le *Khamedj* est une maladie qui reste localisée à l'inflorescence et qui n'influe pas sur la vigueur des arbres contaminés.

L'infection de la jeune inflorescence du Palmier-dattier est possible en dehors de toute blessure ou piqûre d'insecte, à travers la spathe morphologiquement intacte. Elle se produit par un point quelconque de la surface de la spathe et plusieurs infections distinctes sont possibles. Les indigènes et les praticiens (Osval, 6, et Martel [1]) pensent que l'eau de pluie qui s'accumule et qui persiste entre les gaines et les feuilles, autour du jeune régime qui vient de naître, favorise l'infection. Pour cette raison, la maladie est plus répandue en année humide [1] ; Osval signale qu'en année sèche tous les arbres en sont indemnes. La pluviométrie des oasis étant des plus irrégulières, il importe de faire remarquer que pour Osval.

(1) M. Martel, directeur du Domaine de Sainte-Geneviève-el-Menchya à Deggache près Tozeur, Tunisie, *in lit*, 5 mai 1927.

une année sèche peut fort bien être une année rigoureusement sans pluie dans toute la période qui précède et comprend l'époque de floraison du Palmier-dattier, fin de l'hiver et printemps. Il ne nous a pas été possible d'établir d'une façon plus précise le rôle de la pluie, de déterminer en particulier si la présence d'eau condensée est rigoureusement nécessaire pour assurer l'infection. Mais même si un milieu humide ne suffit pas, les rosées abondantes dans les régions désertiques où le rayonnement nocturne est intense jouent peut-être le même rôle que l'eau de pluie. Cet aspect particulier de la question n'est pas résolu.

Le mycélium du parasite

Le mycélium de *Mauginiella Scaettae* se développe peu à peu dans les tissus de la spathe, autour du point d'infection. Il gagne immédiatement les tissus du spadice qui sont les plus favorables à son développement. Il envahit de préférence les jeunes boutons floraux où il est toujours facile de le mettre en évidence. Il se colore bien par le bleu lactique et c'est ce colorant qui nous a donné les meilleurs résultats, même appliqué à des coupes en série après inclusion dans la paraffine. L'emploi du bleu lactique dans ces conditions n'est pas habituel. La méthode est pourtant simple et rapide. Après élimination de la paraffine, les coupes collées sur lame sont recouvertes d'une grosse goutte de bleu lactique. On chauffe doucement et modérément jusqu'à émission de vapeurs blanches d'acide lactique. Il faut éviter l'ébullition violente qui peut décoller les coupes, et veiller à maintenir le liquide sur les coupes. L'excès de colorant est alors éliminé et remplacé par une goutte de gélatine-glycérinée liquéfiée. Le bleu C 4 B se fixe plus particulièrement sur le mycélium qui ressort bien dans l'ensemble des tissus. L'hématoxyline ou le bleu de Unna colorent à la fois le mycélium et les cellules de l'hôte et rendent la recherche et l'observation du mycélium difficiles. Ce sont quelquefois les méthodes les plus simples et les plus banales qui sont les meilleures.

Dans les tissus des jeunes boutons floraux, le mycélium est essentiellement intercellulaire (*fig.* 1, à gauche). Dans de nombreux cas, il n'est pas possible de distinguer la paroi des cellules de l'hôte de part et d'autre du mycélium. Ce dernier serait alors intracellulaire mais localisé au contact de la paroi de la cellule envahie (*fig.* 1, à gauche). Il est dans tous les cas rare de trouver dès le début des filaments franchements intracellulaires, traversant par exemple la cellule en diagonale.

Dans les ramifications du spadice, le mycélium se retrouve avec les mêmes caractères. Il est moins abondant que dans les fleurs, plus localisé

et on le cherche quelquefois en vain dans certaines parties des brins du régime, visiblement altérées pourtant, parfois même recouvertes du duvet blanc formé par les fructifications du champignon. L'absence de mycélium dans ces conditions nous a embarrassé un certain temps; elle paraissait difficilement explicable. En réalité, le duvet blanc qui recouvre les brins est constitué par des fructifications nées aux dépens du mycélium des fleurs voisines ou du mycélium externe dont nous verrons tout à l'heure l'existence. Les brins ont simplement été recouverts par ces fructifications. L'absence de mycélium de place en place dans les ramifications du spadice portant les fleurs malades n'a ainsi rien d'inexplicable. Aucune règle ne préside à la répartition du mycélium dans les tissus; on le trouve tantôt à la périphérie des taches, au voisinage immédiat des parties saines, tantôt au centre, dans les tissus plus anciennement contaminés.

On ne trouve d'abord le mycélium que dans le parenchyme; il ne pénètre pas les faisceaux libéro-ligneux et ne gagne pas en particulier les vaisseaux du bois. Sa propagation est donc relativement lente et régulière autour du point d'infection. Le mycélium passe d'organe à organe, l'ensemble du spadice, boutons floraux et brins, se comportant comme une masse homogène. La progression de la pourriture dans cette masse est comparable à la progression de la pourriture de la pulpe dans un fruit atteint par l'un des agents du rot-brun (*Sclerotinia cinerea*, par exemple).

En même temps qu'il envahit les tissus parenchymateux, le mycélium se développe à l'extérieur des tissus, dans les interstices laissés entre les éléments constitutifs de l'inflorescence. Il forme dans ces interstices un feutrage blanc, d'aspect cotonneux, qui se généralise rapidement sur toutes les

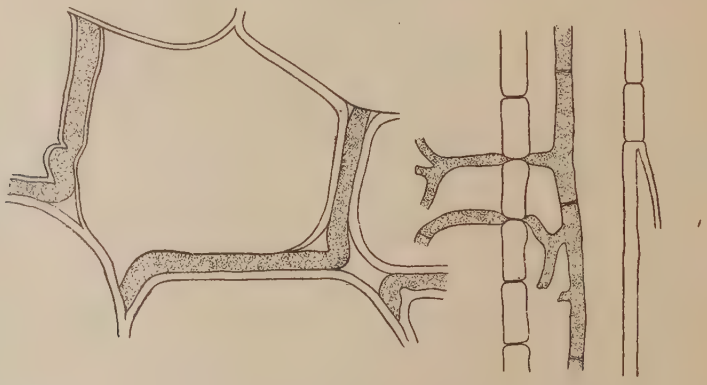


Fig. 1. — *A gauche*, mycélium intercellulaire de *Mauginiella Scaettae* dans les tissus parenchymateux d'une ramification du spadice. On remarque que le filament horizontal est dans la cellule, en contact intime avec le côté interne de la paroi.

A droite, mycélium dans une fibre de la gaine des faisceaux libéro-ligneux. Le passage d'une fibre à l'autre se fait par les ponctuations de la paroi.

Gr. = 1.000.

parties brunes si l'inflorescence sortie de sa spathe est laissée en milieu humide. Ce même mycélium se rencontre entre les différentes pièces des boutons floraux, notamment entre les étamines dans les fleurs mâles.

Le mycélium envahit de proche en proche les tissus sains, soit directement d'organe à organe, par simple contact, soit par l'intermédiaire du mycélium externe. Le passage du mycélium de l'intérieur à l'extérieur ou vice versa se fait par un point quelconque de l'épiderme. Les stomates ne jouent qu'un rôle accidentel. Il s'agit là de tissus enfermés dans une cavité close. Leur épiderme est donc encore peu différencié et se laisse traverser au même titre que les parenchymes. Aussi le mycélium ne se propage pas de fleur à fleur par l'intermédiaire de leur pédoncule et du brin qui les porte.

Dans les tissus depuis longtemps envahis et surtout dans ceux qui ont séjourné quelque temps dans un milieu humide, le mycélium devient plus abondant. De nombreuses ramifications intracellulaires se constituent: les faisceaux libéro-ligneux sont envahis à leur tour et on observe alors du mycélium dans les vaisseaux et même dans les fibres (*fig.* 1, à droite). C'est ce mycélium seulement qu'avait observé et représenté Cavara dans des échantillons ayant subi un long voyage (16).

Le mycélium interne intercellulaire est dépourvu de suçoirs. Il est nettement visible. Son diamètre oscille autour de 2 à 3 μ. Les cloisons transversales sont peu nombreuses. Son contenu granuleux se colore bien par le bleu lactique. Le mycélium externe est un peu plus gros, son diamètre varie entre 3 et 5 μ. Il est ramifié, irrégulièrement cloisonné. Ce mycélium externe finit par se vider de son contenu. Il ne se colore plus par le bleu lactique et ses parois s'affaissent. Il disparaît même complètement lorsque les conidies auxquelles il a donné naissance sont bien différenciées.

Action du mycélium sur les tissus

Le mycélium se développe d'emblée dans les tissus vivants. Dans les fleurs ou dans les brins du spadice, on le trouve à la limite des tissus altérés, au contact immédiat des tissus sains. La mort des cellules ne précède donc pas obligatoirement la marche du mycélium. Mais ce dernier n'existe pas dans tous les tissus malades. Il peut manquer totalement dans les régions visiblement altérées de la spathe ou des brins. Le mycélium peut donc agir à distance sur les cellules. Cette action d'ordre secondaire n'a pu être reproduite *in vitro*. Une inflorescence entièrement tuée par *Mauginiella Scaettae* est broyée puis pressée. Le liquide brun que l'on obtient est placé dans de petits tubes de verre où plongent de jeunes brins sains retirés d'une inflorescence intacte. Le tout est recouvert par une cloche. Trois ou quatre jours après les brins ont perdu leur turgescence, se sont flétris, mais ils n'ont pas bruni vers leur base plongée dans le liquide.

Le premier indice d'altération réside dans un changement de couleur et d'aspect des tissus. Opaques, les parties atteintes deviennent translucides et comme imprégnées d'eau, pendant que leur couleur passe du blanc ivoire au blanc grisâtre. Ces modifications doivent être attribuées à la mort des cellules dont le protoplasme, devenu perméable, laisse exsuder l'eau du suc cellulaire qui remplit les lacunes et imprègne l'ensemble des tissus. Cette eau apparait d'ailleurs à la surface des taches de la face interne de la spathe sous forme de gouttelettes, puis s'accumule en quantités importantes à la base de la spathe.

Les tissus envahis finissent par brunir. Certaines de leurs cellules sont entièrement remplies d'une masse grise, puis brune, à structure finement alvéolaire. Les parois des grosses alvéoles constituent un réseau à mailles polygonales distinctes : le plus souvent les alvéoles sont trop petites pour que le microscope permette de les discerner nettement. Dans ce cas, la cellule est remplie par une matière d'aspect finement strié ou granuleux, mais on trouve tous les intermédiaires entre les deux extrêmes (*fig.* 2, à droite).

L'altération du contenu cellulaire peut affecter une autre forme. La cavité cellulaire est occupée par une masse brune, homogène, qui peut sortir d'une seule pièce sous l'effet du rasoir (*fig.* 2, à gauche). Ou bien encore cette masse brune ne remplit pas entièrement la cellule et constitue des amas mamelonnés fixés à la paroi cellulaire (*fig.* 2, en haut). Ces différents types d'altération cellulaire se rencontrent aussi bien au voisinage immédiat du mycélium que dans les parties dépourvues de mycélium. Les cellules ainsi modifiées sont isolées ou par groupes dans le parenchyme des fleurs, des brins ou de la spathe. Leur contenu se teint fortement en noir par l'hématoxyline. Il dérive vraisemblablement des constituants normaux de la cellule.

Le Champignon en culture pure

Mauginiella Scaettae s'obtient en culture pure sur des milieux divers. La méthode la plus rapide et la plus sûre consiste à partir d'une inflorescence récemment infectée dont la spathe encore fermée présente une ou plusieurs taches rousses apparentes. La surface de l'une de ces taches est lavée avec une bourre imprégnée d'une solution de sublimé à 2 p. 1.000. On découpe ensuite dans la spathe à ce niveau, avec un scalpel flambé, une sorte de volet que l'on soulève. Il ne reste plus qu'à prélever au-dessous un fragment du spadice malade, qu'à piquer au bout d'une aiguille un bouton floral brun par exemple et à le transporter dans un tube de culture.

Sur pomme de terre, le champignon forme un revêtement blanc gris, d'aspect crayeux, progressant peu à peu à partir du point d'inoculation et fructifiant dès le début.

Sur carotte, le mycélium s'étend rapidement. Les parties jeunes sont vaporeuses, formées de filaments courant parallèlement les uns aux autres. Les parties plus âgées prennent progressivement un aspect poudreux, par

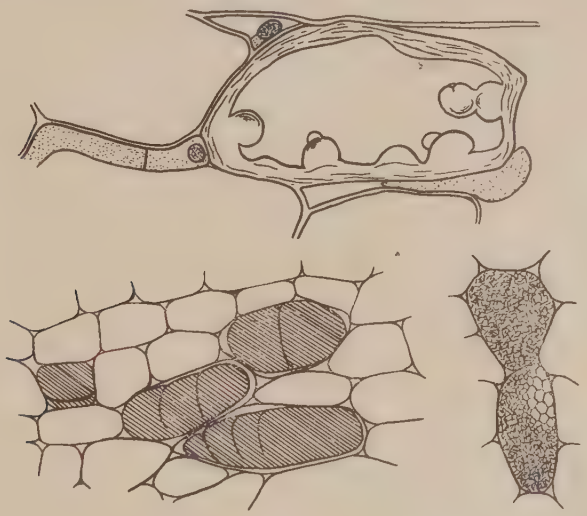


Fig. 2. — *En haut*, cellule de parenchyme présentant des amas bruns mamelonnés fixés contre les parois. Remarquer le mycélium intercellulaire au voisinage. Gr. = 750.

En bas, à gauche, groupe de cellules de parenchyme dont la cavité est occupée par une masse brune homogène, craquelée. Pas de mycélium au voisinage immédiat. Gr. = 185.

En bas à droite, cellules à contenu finement strié ou granuleux, grisâtre, qui se résout par places en un réseau à mailles polygonales distinctes. Parenchyme sans mycélium au voisinage immédiat. Gr. = 375.

suite de la formation des fructifications. Les fragments de carottes sont finalement recouverts d'une couche blanc crème d'aspect pulvérulent. Dans les parties humides du tube de culture le mycélium forme des houppes pendantes qui se dirigent vers l'eau. Il se constitue dans l'eau des amas mycéliens grisâtres, gélatineux, alors que la surface du liquide se recouvre d'une fine pellicule blanche, pulvérulente. Le champignon se développe aussi sur des jeunes ramifications du spadice ou des fragments de bourgeon terminal du Palmier-dattier placés dans un tube étranglé dont le fond renferme un peu d'eau, le tout stérilisé à 120° avant l'ensemencement.

On peut enfin réaliser un milieu de culture avec de jeunes ramifications du spadice portant des boutons floraux, prélevées aseptiquement dans les inflorescences saines. Ces tissus vivants sont mis dans des tubes de culture sur pomme de terre préalablement stérilisés et dont le fond renferme un peu d'eau. Ils peuvent rester ainsi quelque temps intacts et conviennent très bien au développement de *Mauginiella Scaettae*. Ils représentent d'ail

leurs très exactement le substratum naturel de ce parasite, non modifié par la stérilisation. Des fragments de bourgeons terminal, découpés aseptiquement, peuvent être utilisés dans les mêmes conditions.

Cavara (15 et 16) a obtenu le développement de ce champignon sur bouillon d'inflorescence. Nous n'avons pas utilisé ce milieu liquide autrement que pour l'étude de la germination des spores en goutte pendante. Mais ce même bouillon, gélosé, n'est pas très favorable au développement du champignon. Les cultures sont bien plus vigoureuses sur un bouillon gélosé obtenu en faisant bouillir dans l'eau des fragments de bourgeon terminal de Palmier dattier. Ce même bouillon gélosé, additionné de fragments de bourgeon terminal frais découpés en tronçons de quelques centimètres cubes, nous a fourni les meilleurs résultats quant à la vigueur des cultures. Placé dans des fioles plates rectangulaires de 20×10 cm., le mycélium forme à sa surface un revêtement floconneux d'un blanc de neige qui atteint un ou deux centimètres d'épaisseur. La surface de la culture devient vite pulvérulente et les conidies formées se dispersent facilement et sont le point de départ des colonies secondaires. Aussi, en 5 ou 6 jours, à la température ordinaire, la surface du milieu de culture est entièrement couverte d'un feutrage blanc filamenteux puis pulvérulent. Sa couleur passe à la longue au blanc sale. Les cultures de *Manginiella Scaettae* ne se conservent pas vivantes d'une année à l'autre, abandonnées à elles mêmes sans repiquages. L'été tunisien paraît leur être funeste.

Les fructifications du champignon dans la nature et en culture

En place ou en culture pure, le mycélium du champignon donne des filaments dressés qui se différencient en chaînes de conidies (*fig.* 3). Ces chaines de conidies peuvent se former directement aux dépens du mycélium interne; elles sortent alors à travers l'épiderme. Nous n'avons pas observé leur émission par l'ostiole des stomates, qui mentionne Cavara (15). Le rôle des stomates doit être encore ici secondaire. La majeure partie des conidies est d'ailleurs produite par le mycélium externe. Comme ce dernier disparaît, les conidies restent finalement seules et constituent un revêtement pulvérulent à la surface de tous les tissus, même sur ceux qui ne renferment pas mycélium à leur intérieur. Ce mycélium externe donne des ramifications dressées, irrégulièrement réparties sur son trajet, parfois très rapprochées les unes des autres. Ce sont plus rarement des extrémités de filaments mycéliens qui se redressent et se transforment en chaînes de conidies (*fig.* 4).

Ces chaînes de conidies se distinguent du mycélium par leur diamètre plus grand, plus régulier, par leurs cloisons transversales plus régulièrement réparties. Leur contenu est granuleux, leurs éléments restent seuls

vivants après la disparition du mycélium qui leur a donné naissance.

Elles s'allongent et se cloisonnent au fur et à mesure de leur allongement. Les cloisons ainsi formées sont bien apparentes et délimitent des articles longs de 20 à 50 μ en général (*fig.* 3 et *fig.* 4, en 1, 2 et 3). Ces

Fig. 3. — Formation des chaînes de conidies dressées sur le mycélium externe rampant. Les chaînes de conidies sont plus grosses, plus régulièrement cloisonnées que le mycélium. Le dessin comprend trois groupes de filaments se trouvant en des points différents de la même préparation microscopique. Gr. = 700.

articles se séparent facilement les uns des autres par désarticulation au niveau des cloisons. La fructification prend une forme en zig-zag que montre nettement l'examen au binoculaire ou mieux l'examen direct des chaînes de conidies obtenues en goutte pendante sur bouillon d'inflorescence gélosé ou non (*fig.* 5).

De nouvelles cloisons apparaissent successivement dans chacun des articles primitivement formés qui deviennent ainsi pluricellulaires. La présence simultanée dans une même chaîne de cloisons à peine marquées et de cloisons plus épaisses où la désarticulation est déjà commencée (*fig.* 4 en 4, 5 et 6 par ex.) témoigne bien aussi de ce cloisonnement progressif déjà bien établi par l'étude comparée des jeunes chaînes de conidies et de conidies adultes.

Finalement, les préparations microscopiques obtenues avec le revêtement pulvérulent blanc des fleurs ou des brins sont constituées par un mélange d'éléments uni, bi, tri et plus rarement pluricellulaires (*fig.* 4). Tous sont à parois minces et incolores. Ceux formés de plus de trois cellules présentent habituellement un début de désarticulation au niveau de l'une

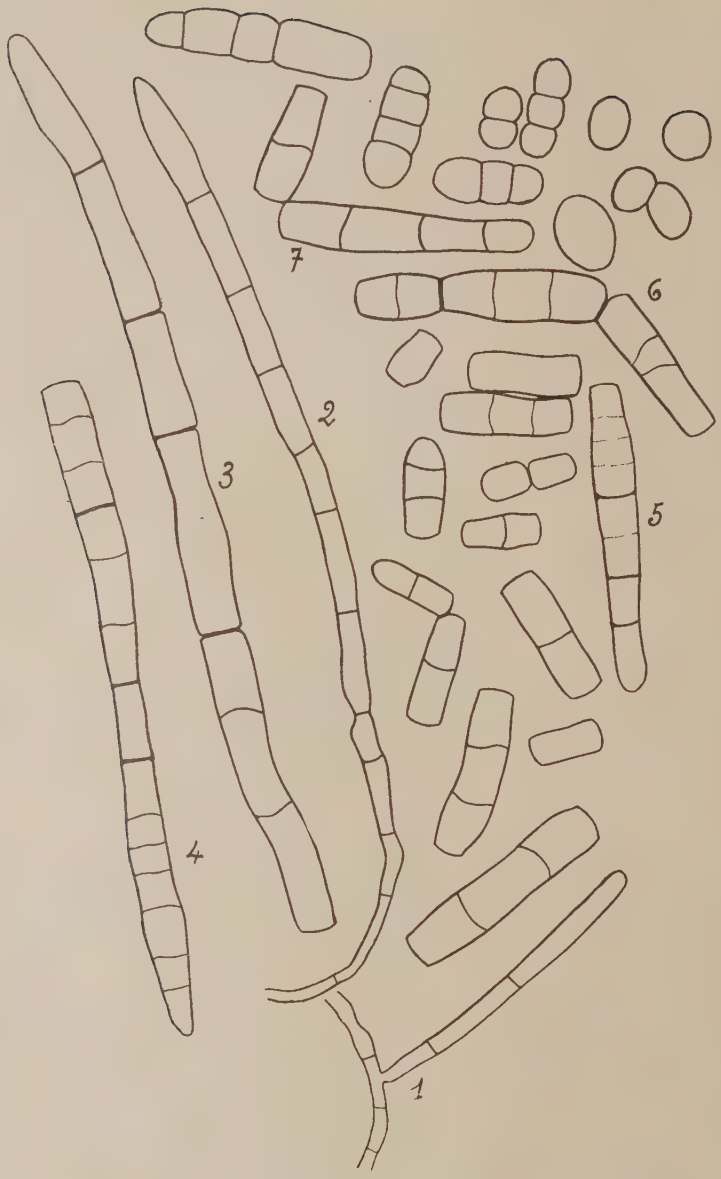


Fig. 4. — Jeunes chaînes de conidies et conidies entièrement différenciées de *Mauginiella Scaettae* : 1. Chaîne de conidies en voie de formation sur le trajet d'un filament mycélien. — 2. Chaîne de conidies terminant un filament mycélien qui se redresse. — 3. Fragment de jeune chaîne de conidies. Début de désarticulation au niveau de certaines cloisons. L'article du bas s'est subdivié en trois cellules par deux cloisons peu marquées. — 4. Comme 3, mais le recloisonnement des articles est plus poussé. Toute la partie supérieure et droite de la figure est occupée par des spores, telles qu'on les trouve dans les préparations. Remarquer le cloisonnement progressif et la désarticulation progressive qui se produit au niveau des cloisons les plus anciennes. En haut, spores légèrement étranglées au niveau des cloisons transversales. Ces spores proviennent d'échantillons différents de ceux qui ont fourni les autres éléments du dessin. Gr. = 1.000.

de leurs cloisons transversales (en 6 et 7). Les éléments uni et bicellulaires dominent. Les premiers ont de 10 à 14 μ de long (dimension moyenne, les extrêmes peuvent dépasser ces limites), les seconds de 11 à 20 μ. Les articles tricellulaires mesurent de 20 à 30 μ de long. Leur largeur oscille pour tous entre 5 et 10 μ. Elle est le plus souvent comprise entre 7 et 9 μ. Les conidies unicellulaires sont arrondies ou ovoïdes; celles qui sont bi, tri ou pluricellulaires sont tronquées au sommet; leurs cloisons terminales sont légèrement bombées; elles sont cylindriques ou légèrement étranglées au niveau des cloisons transversales. La proportion relative des différents éléments varie beaucoup d'une préparation à une autre et il semble que la désarticulation des conidies pluricellulaires en leurs éléments constituants puisse être poussée jusqu'à l'extrême. Ainsi s'expliquerait l'abondance des éléments unicellulaires dans certains échantillons.

Le champignon que nous avons observé en Tunisie diffère par quelques-uns de ses caractères du type décrit par Cavara (15 et 16). Nous n'avons en particulier jamais trouvé de spores de 10 à 12 μ de large, largeur des spores du type. D'autre part, Cavara ne signale pas le mycélium externe. Ce dernier point s'explique par la disparition du mycélium après formation des spores. Le premier ne constitue pas une différence suffisante pour conclure à la non identité des deux organismes. Nous pensons que nous avons bien affaire à *Mauginiella Scaettae* Cav., et Cavara [1] à qui nous avions envoyé des préparations et des échantillons originaires du Sud-Tunisien, conclut aussi à l'identité des deux organismes.

La désarticulation des conidies se fait par dissolution progressive de la lamelle moyenne des cloisons transversales. Cette dissolution, qui commence sur les bords, se poursuit irrégulièrement ; les articles successifs se disposent donc en zig-zag (*fig.* 5). Nous n'avons jamais retrouvé la désarticulation par atrophie d'articles intermédiaires. Cavara, qui mentionne ce mode de désarticulation (15 et 16) ne le donne d'ailleurs pas comme général. Nous pensons même qu'il doit être plutôt exceptionnel.

Ces mêmes fructifications conidiennes se forment par le même processus à la surface de tous les milieux de culture artificiels. Elles en recouvrent entièrement la surface qui prend un aspect pulvérulent. Elles se forment aussi en grande abondance sur les inflorescences malades maintenues pendant 2 ou 3 jours sous cloche en milieu humide. Les conidies germent rapidement dans le bouillon d'inflorescence ou le bouillon de bourgeon terminal, gélosé ou non, en cellule de Van Tieghem. Nous n'avons pu obtenir leur germination dans les mêmes conditions dans l'eau des canalisations de la ville de Tunis. Leur germination se produit suivant les processus

(1) *In lit.*, 10 novembre 1926. — Nous remercions bien sincèrement M. le professeur Cavara d'avoir bien voulu examiner nos échantillons et nous donner son opinion.

décrits par Cavara. Il se forme très rapidement des filaments dressés qui sortent du milieu de culture et évoluent en chaînes de conidies (*fig.* 5 et 6).

Ni dans la nature, ni en culture nous n'avons observé de formes de fructifications différentes. L'examen de vieilles inflorescences mâles, tuées

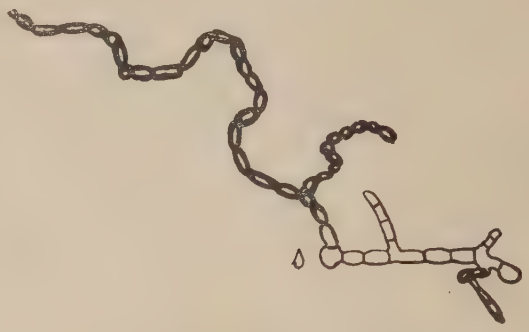


Fig. 5. — Germination d'une spore unicellulaire *s* sur bouillon gélosé, en goutte pendante. Formation dans l'air (trait épais) de chaînes de conidies en zigzag, par suite de la désarticulation partielle des articles constituants. Observation directe, en place. La perspective fausse les dimensions exactes des articles conidiens qui apparaissent relativement courts. Gr. = 245.

par *Mauginiella Scaettae*, restées sur les arbres pendant 1 ou 2 ans, davantage même, s'est montré négatif. Nos cultures artificielles, comme d'ailleurs celles de Cavara, n'ont jamais produit que la forme conidienne. Nous avons pourtant varié les conditions de culture et les milieux (pomme de terre, carotte, substratum naturel, fragment de bourgeon terminal de Palmier-dattier, bouillons gélosés divers). Certaines cultures ont été faites en tubes, d'autres en fioles plates rectangulaires à parois parallèles de 20×10 cm., d'autres enfin dans des ballons de capacités diverses, jusqu'à 2 litres. Nous avons d'autre part utilisé comme substratum les tissus naturellement infectés par le parasite (brins du spadice, avec boutons floraux) ou des tissus similaires (fragments de bourgeon terminal du Palmier-dattier). Quelques cultures ont même été faites sur ces substratums prélevés aseptiquement et non soumis à la stérilisation par la chaleur. Si on s'accorde à reconnaître la supériorité des milieux naturels pour l'obtention des fructifications des champignons en culture pure, cette supériorité doit s'appliquer aussi aux milieux naturels non modifiés par la chaleur, bien que leur emploi soit restreint en mycologie. La relation que nous avions indiquée comme possible entre *Microthecium Phœnicis* R. Maire et *Mauginiella Scaetta* Cav. ne se confirme donc pas. Le champignon obtenu par Maire à partir de jeunes régimes de *Phœnix dactylifera* malades pourrissant dans leurs spathes, venant d'El Oudiane, en avril 1913 (7, p. 162), ne fait très

certainement pas partie du cycle évolutif de *Mauginiella Scaettae*. Les régimes reçus par Maire étaient pourtant vraisemblablement atteints par le *Khamedj* qui existe à El Oudiane (Djérid). C'est en effet la seule affection qui, à notre connaissance, dans le Sud Tunisien, provoque la pourriture des jeunes inflorescences du Palmier-dattier. *Microthecium Phœnicis* doit

Fig. 6. — Germination d'une spore bicellulaire *s* dans du bouillon de bourgeon terminal de Palmier-dattier, en goutte pendante. Une seule cellule a donné un filament mycélien, qui s'est ramifié et dont la branche la plus développée donne deux chaînes de conidies, l'une formée encore de deux articles seulement. Préparation 3 jours après la mise en culture. Pour la commodité du dessin, le filament le plus long a été subdivisé en trois tronçons qui se font exactement suite *s*-1, 1-2, 2). Gr. = 500.

donc être considéré comme un saprophyte qui s'est développé dans les spathes envoyées à Maire au cours de leur long voyage et qui a été isolé ensuite en culture pure. Les inflorescences atteintes du *Khamedj*, maintenues en milieu humide, sont facilement envahies par des saprophytes. Celui que nous avons observé le plus fréquemment à Tunis est *Cephalothecium roseum*.

Il ne nous est pas possible d'indiquer de façon certaine la forme de conservation du parasite. Nous avons vu que les cultures pures, où la forme conidienne est abondante, ne se conservent pas vivantes d'une année à l'autre, en l'absence de repiquage, quels que soient la nature ou le volume du substratum. Dans la nature, les conidies peuvent, il est vrai, être plus efficacement protégées entre les gaines des feuilles, très étroitement emboîtées les unes dans les autres autour du bourgeon terminal. Il est encore possible que les conidies germent et que le mycélium vive en saprophyte de façon quasi continue aux dépens des matières organiques qui existent plus ou moins entre les gaines. Les rosées abondantes leur assureraient un milieu suffisamment humide, même pendant l'été saharien. Il ne faut pas

enfin exclure entièrement l'existence d'autres formes de fructifications. Les faits manquent pour choisir entre les hypothèses, mais la conservation du parasite, sous sa forme mycélienne, à l'intérieur de tissus vivants, ne saurait, dans tous les cas, être retenue comme possible[1].

SYSTÉMATIQUE

Cavara (15 et 16), tenant compte de la forme des conidies et de l'absence de conidiophores différenciés qui ne lui permettaient pas de rattacher l'agent du *Khamedj* aux genres *Oospora*, *Ramularia*, *Cercosporella* ou *Fusarium* (ce sont les seuls genres examinés par cet auteur), en fait un type d'un genre nouveau, qu'il dédie au Prof. Maugini, Directeur de l'Office agricole de Benghazi. La diagnose du genre est la suivante :

Mauginiella Cav. (15 p. 67 ou 16 p. 210). — *Mycelium endogenum, conidia ex mycelio directe erumpentia, pluricellularia, demum secedentia.*

La diagnose de l'espèce type est ainsi conçue :

Mauginiella Scættæ Cav. (*ibid.*). — *Cæspitulis albis, flocculosis, in maculis nigricantibus, diffusis ; conidiis cylindraceis, 2-6 locularibus, 14-90 µ longis, 10-12 µ latis; matrice, magisques in culturis, dissilientibus.*

Habit. : in racemis floralibus masculis Phœnicis dactyliferæ, Bengasi (Cyrenaica). Vere 1924 et 1925.

Foex, qui a observé ce champignon dans des conditions telles qu'il ne pouvait conclure à son parasitisme (8), le classait dans le genre *Septocylindrium* Bonord (20).

Septocylindrium Bonord (Handb. Allgm., p. 35, 1851). — *Hyphæ steriles plerumque endogenae; conidiophora brevissima vel a conidiis parum diversa ; conidia °cylindracea, 2- pluriseptata, longe catenulata, hyalina vel læta colorata.*

Ce genre, affine au genre *Cylindrium*, est essentiellement caractérisé par ses conidies cloisonnées, en chaînes. Mais ces conidies sont distinctes les unes des autres dès le début, par suite d'un étranglement bien marqué au niveau de leurs cloisons de séparation. Chez l'agent du *Khamedj*, les jeunes chaînes de conidies sont, au contraire, régulièrement cylindriques, sans étranglement au niveau des cloisons. Pour cette raison, il ne nous paraît pas possible de rapporter ce champignon au genre *Septocylindrium*, mais il est important de signaler ses analogies avec les représentants de ce genre.

(1) Nous avons réussi à obtenir le développement du *Khamedj* sur un Palmier-dattier femelle que nous avions vu entièrement indemne pendant deux années consécutives, en transportant et abandonnant entre ses feuilles, au voisinage du cœur, une inflorescence malade prélevée sur un Palmier mâle contaminé. L'année d'après, en avril 1929, sur une douzaine d'inflorescences examinées, la plupart étaient attaquées par *Mauginiella Scaettae* (Note pendant l'impression).

Mauginiella Scaettae est évidemment différent de *Cylindrocladium macrosporum* Sherbakoff (*Phytopathology*, XVIII, p. 219, 1928) observé sur feuilles de Palmiers. Ce champignon est décrit avec des spores bicellulaires isolées, mais, au point de vue générique, les deux champignons ont une certaine analogie par leurs spores cylindriques, s'insérant par une large base. Sherbakoff donne peu de détails sur la genèse des spores et comme il est peu vraisemblable que chaque stérigmate ne donne qu'un spore, il y a entre les deux champignons des analogies assez lointaines, mais qui méritent pourtant d'être signalées.

Par les caractères de ses conidies, l'agent du *Khamedj* se rapproche aussi beaucoup du genre *Geotrichum* Link. caractérisé par ses conidiophores courts, érigés, terminés par des chaînes de conidies qui se désarticulent aisément. Les chaînes de conidies ne présentent pas d'étranglement au niveau des cloisons. Mais elles vont nettement en s'amincissant vers leur sommet, caractère que l'on ne trouve pas dans le parasite du Dattier. De plus, les différents représentants du genre *Geotrichum* sont essentiellement des saprophytes.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous croyons utile d'adopter le genre *Mauginiella* créé par Cavara et l'espèce unique de ce genre, *Mauginiella Scaettae* Cav. La diagnose du genre mérite seulement d'être légèrement modifiée pour tenir compte de l'existence du mycélium extérieur aux tissus de l'hôte. Ses affinités avec les genres *Septocylindrium* Bonord. et *Geotrichum* Link. sont aussi à indiquer. La diagnose du type doit enfin tenir compte d'un certain nombre d'éléments nouveaux indiqués ci-dessus : taches plutôt rousses au début, tardivement noirâtres ; conidies finalement unicellulaires dont la largeur peut s'abaisser à 5 μ et la longueur à 10 μ. Les caractères essentiels du genre et de l'espèce type de ce genre sont donc les suivants :

Mauginiella Cav. *emend* [1]. — Mycélium interne et externe dont certains filaments, dressés perpendiculairement à la surface de l'hôte, se différencient dans leur région moyenne et terminale en chaînes de conidies, cylindriques, sans étranglements marqués au niveau des cloisons, se désarticulant en articles uni ou pluricellulaires. Champignons parasites.

Mauginiella Scættæ Cav. *emend.* — Efflorescences blanches, duveteuses puis pulvérulentes, sur des taches rousses puis noirâtres, diffuses ; mycélium interne d'abord intercellulaire; mycélium externe abondant, qui disparaît après la formation des conidies; mode de formation des conidies conforme à la diagnose du genre ; chaînes de conidies se désarticulant en articles uni, bi, tri, plus rarement pluricellulaires, de 10 à 90 μ de long, 5 à 12 μ de large (le plus souvent 7 à 9 μ). Les conidies pluricellulaires peuvent se subdiviser en leurs éléments constituants.

(1) La diagnose précédemment donnée (24) a été légèrement modifiée.

Habitat. — Parasite sur les inflorescences mâles et femelles du Palmier-dattier (*Phœnix dactylifera* L.). Cyrénaïque, Tunisie, Algérie, Maroc.

HISTORIQUE — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE

Masselot, dans une étude consacrée aux Dattiers des oasis du Djérid (Sud-Tunisien) (1), a mentionné le premier l'existence d'une maladie qui, d'après la description qu'il en donne, paraît bien être le *Khamedj*. Il la dénomme *Soussa*. Dans les Palmiers atteints, dit-il, la spathe sort comme brûlée et noire et doit être jetée. Il attribue cette pourriture du jeune régime à l'humidité des terrains non drainés, au manque de soins ou d'arrosages. Il remarque la coexistence d'un « insecte très petit » entre les gaînes des feuilles et le stipe, mais ne conclut pas à une relation de cause à effet entre la maladie et l'insecte. Comme cet auteur indique que la maladie s'attaque aussi aux palmes (*Djerids*) qui tombent seules, par suite de la pourriture de leur base, l'identification du *Soussa* avec le *Khamedj* reste douteuse. Pourtant, *Soussa* est, dans une certaine mesure, synonyme de *Douda*, l'une des dénominations du *Khamedj*. On peut, en effet, traduire *Soussa* par ver, dans le sens de ver du bois (bois vermoulu). Ceci rapproche encore du *Khamedj*, cette maladie décrite par Masselot.

Après Masselot et dans l'ordre chronologique, le Lieutenant Paris (2) signale dans la région de Figuig (Sud marocain) un ver qui, d'après les Ksouriens, s'attaque au régime et détermine sa dessication. Cette maladie, ajoute-t-il, affecte presque toujours les mêmes individus. Nous avons vu que les indigènes attribuent souvent à tort le *Khamedj* à des vers qui se développent dans le régime pourri. La note du Lieutenant Paris concerne donc bien le *Khamedj*, qui existait ainsi dans les oasis marocaines dès 1906. Il n'y a pas de doute à ce sujet, bien que l'auteur ne donne pas la dénomination locale de la maladie.

Langeron (3), qui a parcouru les oasis du Djerid à l'automne, ne mentionne pas cette maladie, qui n'apparaît qu'au printemps. Mais en 1912, Trabut (4 et 5) décrit le *Khamedj*, qu'il a observé dans les Zibans (Région de Biskra, Sud constantinois). Il considère que c'est la plus grave des maladies du Dattier dans la région, mais il l'attribue au parasitisme d'une cochenille : *Phoenicococcus Marlatti*. Le *Khamedj* observé par Trabut est pourtant bien identique à la maladie que nous avons étudiée en Tunisie. A la suite de la note parue à ce sujet dans les C. R. de l'Académie des Sciences (1), Osval, régisseur des oasis de El Hamra et Foughala, par Tolga, qui, à ce titre, a suivi de près la maladie dans les Zibans depuis 1891, publie un très intéressant article qui ne laisse aucun doute à ce sujet (6). L'auteur réfute les conclusions de Trabut et déclare que la cochenille incriminée ne joue aucun rôle. Il indique que le *Khamej* ou *Khamaj* (la transcription des

voyelles est toujours des plus irrégulière dans la langue arabe) est une maladie cryptogamique qui se développe à la faveur des pluies d'automne ou de printemps. Aussi la maladie se manifeste-t-elle au sommet, au milieu ou à la base de la spathe, suivant le degré de développement du régime au moment des pluies. Les sujets atteints, ajoute l'auteur, sont généralement de vieux arbres non irrigués, mais les jeunes n'en sont pas absolument exempts.

Nous avons vu que les échantillons envoyés à Maire en 1913 (7), venant de El Oudiane (Sud tunisien) étaient sans doute atteints du *Khamedj*, qui existe ainsi dans le Djerid depuis longtemps.

Foex et Vayssière (8) étudient la maladie sur des échantillons récoltés par l'un d'eux dans les oasis marocaines où le Lieutenant Paris l'avait déjà rencontrée. Ils donnent une description précise de l'un des stades de la maladie, mais l'étude microscopique n'ayant été faite qu'à Paris, d'après des échantillons ayant supporté un long voyage, ces auteurs n'avaient pas cru pouvoir rapporter la cause de la pourriture des tissus au champignon dont les fructifications formaient le revêtement blanc pulvérulent qu'ils signalent à la surface des tissus morts. Ils dénomment la maladie *doudah* (ver), conformément à l'appellation indigène locale. Les indigènes attribuent en effet cette affection à des vers qui vivent dans le régime pourri. Foex et Vayssière montrent que cette croyance est erronée. Cette étude présente un intérêt tout particulier, car elle a permis à Foex, en 1926, d'identifier le *doudah* avec le *Khamedj* (20 et *in lit.* 18 déc. 1926), d'après des échantillons que nous lui avions soumis. Les fructifications qui recouvraient les tissus malades des inflorescences atteintes du *doudah* sont en effet identiques à celles de *Mauginiella Scœttæ* Cav. La cause du *doudah*, restée inconnue, devenait ainsi complètement définie. Plus tard, d'ailleurs, le Lieutenant Billoudet (23) donne ces deux appellations, *Doud* et *Khemedj*, comme indifféremment utilisées par les indigènes dans les oasis de la région de Biskra.

Surcouf (11 et 12), en 1922, ignorant les travaux antérieurs et notamment ceux de Foex et Vayssière, rencontre à nouveau la maladie dans les oasis marocaines. Sous le nom de *doud*, il l'attribue au parasitisme de diverses larves de coléoptères ; Balachowsky (14) relève l'erreur de Surcouf à propos de cette maladie, qu'il appelle *doudd* ou *doudda* et qu'il a observée dans le Sud Oranais.

Ce n'est qu'en 1925 que Cavara (15 et 16) reçoit des inflorescences malades et attribue leur pourriture au parasitisme d'un Hyphomycète nouveau pour la science : *Mauginiella Scœttæ*. Mais Cavara, qui ne donne aucun nom local de la maladie, n'établit aucune relation avec les travaux antérieurs restés disséminés et qui n'apportaient aucune conclusion définitive.

En 1926, M. Périn nous montre la maladie à Tozeur (Djérid, Sud-Tunisien) (19). Nos recherches bibliographiques nous conduisent à la rapprocher de celle étudiée par Cavara et cet auteur nous confirme très obligeamment

cette déduction. Elles nous permettent d'autre part de l'identifier avec le *Khamedj* des publications antérieures et grâce à Foex, avec le *doudah* (21). L'étude bibliographique du sujet ainsi élargi nous permet de ramener à une cause unique : le parasitisme de *Mauginiella Scœttæ* Cav., différentes maladies de l'inflorescence du Palmier-dattier décrites sous des noms différents et restées jusqu'ici sans aucune relation les unes avec les autres. Elles nous montrent enfin que cette maladie est très répandue dans les oasis du Nord de l'Afrique, de la Cyrénaïque au Maroc et que son étude est par conséquent pleine d'intérêt pratique.

Les conclusions à tirer de ce chapitre sont les suivantes :

La maladie du Palmier-dattier produite par *Mauginiella Scœttæ* Cav. est appelée couramment *Khamedj* (ou *Khamej, Khamaj, Khemedj*), du mot arabe qui signifie « pourriture ». C'est cette désignation, dont la signification correspond bien à la réalité, qui doit être adoptée. C'est elle qu'emploient couramment les indigènes de Tozeur et Nefta (Djérid, Sud-Tunisien), d'après Martel (*in lit.*), ainsi que ceux des Zibans (Sud-Constantinois) d'après Trabut (4 et 5), Osval (6) et le Lieutenant Billoudet (23). A Tozeur, la maladie est aussi appelée *Tlaa* (spathe), d'après Périn (com. orale) (19). A El Oudiane (Djérid, Sud-Tunisien), c'est le *Tentin* (synonyme de *Khamedj*, pourriture), d'après Martel (*in lit.*). Au Maroc, c'est le *douda* (ou *doudah, doud, doudd, doudda*), mot arabe qui signifie « ver », selon Foex et Vayssière (8) et selon Surcouf (11). Les indigènes des oasis sud-oranaises emploient aussi cette désignation (Balachowsky) (14) que l'on retrouve enfin utilisée dans le Sud-Constantinois (région de Biskra, Zibans), selon le lieutenant Billoudet (23). Nous avons vu enfin que le terme *Soussa* employé par Masselot (1) ne s'appliquait qu'avec quelques doutes au *Khamedj*.

Le *Khamedj* est une maladie ancienne qui existait déjà dans les Zibans en 1891 (6). Elle a été signalée jusqu'ici dans les différents groupes d'oasis du Nord de l'Afrique : Benghazi (Cyrénaïque), Djérid (Tunisie), Zibans (Sud-Constantinois), Sud-Oranais et Sud-Marocain. Elle existe aussi sur les Palmiers-dattiers plantés comme arbres d'ornement dans la région de Tunis. Tout porte donc à la considérer comme une maladie existant depuis très longtemps à l'état endémique dans le Nord de l'Afrique. Nous n'avons cependant trouvé aucune mention de son existence en Egypte. Elle n'est pas non plus signalée en Mésopotamie (9-13), ni dans les Indes, ni en Californie.

IMPORTANCE PRATIQUE

Le nombre des auteurs qui se sont occupés du *Khamedj* dans le Nord de l'Afrique témoigne déjà de l'importance pratique de cette maladie, qui préoccupe les indigènes et les Européens intéressés à la culture du Palmier.

Bien que beaucoup d'auteurs (8, 15, 16) s'accordent pour reconnaître que les Palmiers mâles sont le plus fréquemment atteints, la maladie affecte aussi sérieusement les Palmiers femelles. Au point de vue économique, l'attaque des Palmiers mâles est, dans la plupart des cas, sans importance directe. Dans les oasis du Djérid notamment, le nombre des Palmiers mâles est plus que suffisant pour assurer la fécondation artificielle des Palmiers femelles et les premiers se trouvent surtout dans les parties inutilisées de l'oasis, aux têtes de sources par exemple. Il n'en est évidemment pas partout ainsi et Cavara estime, au contraire, que la pourriture des inflorescences mâles est pratiquement importante.

Pourtant, le *Khamedj* est surtout préjudiciable par la pourriture des inflorescences femelles qu'il provoque. Une inflorescence attaquée est totalement perdue, lorsqu'elle ne se dégage pas de sa spathe ; elle ne conserve tout au plus dans les autres cas que quelques fruits à sa base (*Pl.* II, *Fig.* 6). Chaque contamination provoque donc une perte importante. Or, toutes les inflorescences d'un Palmier peuvent être détruites. L'arbre est alors totalement improductif : la perte est de 30 à 40 kgs. de dattes en moyenne. Ce cas est loin d'être rare dans les oasis et on constate que, sur ces Palmiers, la maladie reparaît habituellement chaque année avec la même intensité, transformant l'arbre en non-valeur. On peut pourtant poser comme règle générale que, sur les Palmiers femelles normalement soigné, le *Khamedj* affecte quelques régimes seulement sur un certain nombre de sujets disséminés dans les oasis et qu'un Palmier femelle attaqué une année peut rester absolument indemne l'année d'après.

Trabut donne dans les Zibans une proportion d'arbres malades atteignant 5 %, au point que le *Khamedj* pouvait être considéré comme la plus grave maladie du Dattier. Osval ne contredit pas ce chiffre, mais précise qu'en « année sèche », tous les arbres sont indemnes. Un *Khammès* (métayer) de la région de Tozeur nous a indiqué que, dans le jardin dont il a la charge, comprenant 200 Palmiers, il en compte chaque année une dizaine de malades. Nous retrouvons donc la même proportion de 5 %. En année humide, dans les régions de Kriz et de Ceddada (Djérid), sur des terres fortes et humides, la proportion des arbres malades va de 5 à 10 % (Martel, *in lit.*). Ces chiffres concordants donnent une idée exacte de l'importance de la maladie. Ils peuvent paraître faibles. Ils ne prennent, en effet, toute leur valeur que si l'on pense au rôle primordial du Palmier dans les oasis où la place est limitée et où il y a une importance majeure à utiliser dans les meilleures conditions de rendement la quantité mesurée d'eau dont dispose chaque jardin.

Le *Khamedj* est plus dangereux dans les terres fortes, humides, trop arrosées ou mal drainées. Les pluies survenant au moment de la naissance des inflorescences sont habituellement considérées comme favorisant la

contamination et les indigènes attribuent cette pourriture du régime à la persistance de l'eau de pluie entre les gaines des feuilles, au contact de la jeune inflorescence. (MARTEL, *in lit.*).

En dehors des Palmiers mâles (*Dokkar* ou *Dzoukar*), la variété « Ftimi » est, dans le Djérid, la plus fréquemment attaquée. Les autres variétés seraient moins sensibles au *Khamedj* (MARTEL, *in lit.*). Il est bon d'ajouter que la variété « Ftimi » constitue le gros des plantations dans le Djérid. Ce fait explique peut-être que l'on ait le plus souvent l'occasion de trouver des Palmiers de cette variété attaqués par le *Khamedj*. Il est, je crois, prématuré de faire intervenir le facteur résistance des différentes variétés de Dattiers à *Mauginiella Scaettae* Cav. *Phœnix Canariensis*, espèce voisine de *Phœnix dactylifera*, n'est pas attaqué par le *Khamedj* à Tunis, où il pousse pourtant côte à côte avec des Palmiers-dattiers contaminés.

Si les Palmiers mâles sont plus souvent atteints par le *Khamedj* que les Palmiers femelles, il ne faut pas non plus faire intervenir une sensibilité plus grande des premiers à l'agent de la maladie. Il serait d'ailleurs plus exact de dire que le *Khamedj* est une maladie des arbres abandonnés. Les Palmiers mâles sont en fait rarement cultivés. Ils poussent habituellement tout seuls à la limite des oasis, au voisinage des sources et n'appartiennent à personne. Les Palmiers femelles qui se trouvent dans les mêmes conditions sont aussi fréquemment atteints par le *Khamedj*.

Le facteur qui intervient pour expliquer que le *Khamedj* soit plus fréquent sur les arbres abandonnés n'est pas même le facteur vigueur. C'est avant tout une question d'hygiène, si l'on peut s'exprimer ainsi. Les inflorescences pourries persistent sur les arbres abandonnés où on les retrouve, desséchées, plusieurs années après. L'infection étant d'origine externe, ce sont ces inflorescences qui fournissent les germes — quels qu'ils soient — qui assureront de nouvelles infections l'année d'après. Les sources d'infection ne manqueront donc pas sur les arbres livrés à eux-mêmes, une première fois contaminés. C'est, en effet, sur de pareils arbres, mâles ou femelles, peu importe, que la maladie reparaît chaque année, intéressant souvent la totalité des inflorescences. Nous en avons vu de nombreux exemples.

TRAITEMENTS

Le fait que les indigènes ont imaginé des traitements pour lutter contre le *Khamedj* constitue au fond la meilleure preuve de l'importance pratique de cette maladie. Les « Khammès » (métayers) ont acquis, par routine séculaire, une profonde connaissance de la culture du Palmier. Ils ont imaginé en particulier des traitements empiriques pour lutter contre le *Khamedj*. MASSELOT signale que les indigènes du Djérid mettent le feu à la bourre

(faisceaux libéro-ligneux résultant de la désagrégation des gaînes foliaires des feuilles âgées enlevées) des Palmiers-dattiers atteints de la maladie qu'il appelle *Soussa*. Les Ksouriens (Sud-Marocain) placent du sel entre les « Djérids » (feuilles) situées près du bourgeon central, mais le procédé ne donnerait que rarement de bons résultats (2). Les indigènes de la région de Biskra versent autour du cœur (bourgeon terminal) du Palmier dont les inflorescences sont malades, de l'eau chaude renfermant des cendres et du sel (4) ou encore de l'eau salée ou de l'eau goudronnée (goudron de bois certainement) tiède (23). Ils font précéder ces traitements par une toilette complète de l'arbre (23). Ils rabattent aussi les « Djérids » (feuilles) vers le sol pour exposer ainsi le cœur à l'air et l'assainir et en même temps ils empêchent l'eau de s'accumuler entre les gaines des feuilles (4 et 6). Ce sont les Palmiers dont les « Djérids » sont ainsi repliés vers le sol qui sont dits « Medjnoun » (possédés) (6).

Ce sont en somme des mesures d'hygiène et des traitements de désinfection qu'appliquent les indigènes. Ce sont ces mêmes mesures ou ces mêmes traitements que préconisent les auteurs qui se sont occupés du *Khamedj*. Balachowsky (14) recommande l'enlèvement des organes malades. Masselot préconise le premier l'emploi du sulfate de cuivre contre le *Soussa*, à titre d'insecticide, il est vrai. Foex et Vayssière (8) suggèrent l'utilisation de la bouillie bordelaise et le Lieutenant Billoudet (23) indique enfin « que les Européens traitent les arbres aux différentes bouillies et que ces traitements semblent donner d'excellents résultats ».

Afin de réunir un certain nombre de résultats expérimentaux sur cette question des traitements du *Khamedj*, nous avons demandé au Lieutenant Billoudet des renseignements complémentaires qu'il a bien voulu nous fournir. Nous ne saurions mieux faire que de les reproduire intégralement ici [1].

« *Premier essai.* — Traitement à la bouillie sulfocalcique (2 kg. de « chaux, 2 kg. de soufre, 100 l. d'eau). Effet sensible, mais insuffisant pour « enrayer complètement le mal.

« *Deuxième essai.* — Même quantité de soufre et de chaux, mais 15 l. « d'eau seulement. L'expérience a porté sur un arbre qui ne produisait que « des régimes atteints du *Khemedj* depuis plusieurs années. Cette bouillie « très concentrée pouvait donc brûler tout le Palmier (qui était sacrifié pour « connaître le degré maximum de résistance). Elle a donné des résultats « magnifiques, car tous les régimes sont sortis sans tare et l'arbre a donné « une récolte de dattes sèches (variété *Kentichi*) de douze décalitres.

« Pendant plusieurs années de suite, le Palmier a continué à donner « annuellement une récolte sans aucune trace de *Khemedj*.

(1) *In lit.*, 9 novembre 1928. Nous adressons au Lieutenant Billoudet, chef du bureau du Service des Affaires indigènes à Biskra, nos meilleurs remerciements pour les résultats expérimentaux très intéressants qu'il a réunis et qu'il nous a communiqués.

« *Troisième essai.* — Cet essai a été fait avec la formule à laquelle le « propriétaire s'était alors définitivement arrêté : 2 kg. de soufre, 2 kg. « de chaux éteinte, 15 l. d'eau. Le mélange était mis à bouillir jusqu'à « obtention de polysulfures de couleur verdâtre. A ce moment, le mélange « était étendu de 15 à 20 litres d'eau froide. Si les arbres à traiter étaient « trop malades, la quantité d'eau diminuait, sans toutefois descendre au- « dessous de 15 litres.

« *Traitement de l'arbre.* — 1° Nettoyer le cœur et la couronne pour « enlever les vieilles fibres et le vieux bois.

« 2° A l'aide d'une simple pompe refoulante et d'un tube de caoutchouc « assez long, muni d'un jet en cuivre, épandage de la bouillie dans le cœur « et dans la région de formation des feuilles sur la couronne. L'injection la « plus sérieuse se fait autour du cœur, dans les régions susceptibles de « donner naissance aux inflorescences.

« 3° Pour que le traitement contre le *Khemedj* soit efficace, dans les « palmeraies atteintes, il est bon, pour ne pas dire nécessaire, d'appliquer « à l'arbre au moins trois traitements dans l'année.

« Les bouillies ordinaires employées pour la vigne donneraient certai- « nement de bons résultats, en tenant compte de la faible quantité d'eau « nécessaire pour avoir un liquide très concentré. »

Ces renseignements ont été fournis par M. Laban, propriétaire à Biskra, et le Lieutenant Billoudet, qui nous les fait connaître, a pu contrôler les effets des traitements et s'assurer en particulier qu'aucun arbre pulvérisé n'a souffert.

Ces essais très intéressants suggèrent quelques observations. La bouillie sulfocalcique utilisée habituellement (troisième essai) est beaucoup plus concentrée que les bouillies sulfocalciques préconisées pour les traitements d'hiver des arbres fruitiers. Savastano, par exemple, s'est arrêté à la formule suivante : 10 kg. de chaux vive, 20 kg. de soufre pour 100 litres d'eau. La bouillie ainsi obtenue, qui titre environ 25° Baumé, s'emploie couramment à 10 % en traitement d'hiver ; 10 kg. de chaux vive et 20 kg. de soufre permettent d'obtenir 1.000 l. de bouillie prête à être utilisée. La formule indiquée par M. Laban comporte 2 kg. de chaux éteinte et 2 kg. de soufre pour 30 l. d'eau environ, soit 66 kg. de chaux éteinte et 66 kg. de soufre pour 1.000 l. de bouillie prête à être utilisée. Sa concentration est donc au moins trois fois plus forte. Le procédé de fabrication est de plus imparfait ; la chaux devait être assez impure : la couleur verdâtre de la bouillie en témoigne. Tous ces éléments se traduisent en général par une augmentation de la toxicité des bouillies vis-à-vis des tissus des plantes supérieures. Il faut en conclure que le Palmier-dattier est très résistant aux brûlures par les bouillies sulfocalciques (pas de brûlures non plus dans le deuxième essai, où la bouillie était encore deux fois plus concentrée).

L'efficacité des bouillies sulfocalciques à concentration élevée est ainsi bien établie. La nécessité de renouveler le traitement s'explique par la difficulté de faire pénétrer la bouillie partout. Ce traitement ne peut agir que comme traitement de désinfection, en tuant les germes qui assurent la contamination des jeunes inflorescences.

Nous avons pu constater expérimentalement que le Palmier-dattier était aussi très résistant aux brûlures par les sels de cuivre. Les bouillies cupriques telles que la bouillie bordelaise sont naturellement inoffensives. Les solutions de sulfate de cuivre à 1 % ou de verdet neutre à la même concentration ne brûlent pas non plus même les jeunes feuilles centrales. L'épandage de sulfate de cuivre pulvérisé (commercialement sulfate de cuivre neige (ou de verdet neutre, à la base des feuilles, tout autour du bourgeon central, n'apporte enfin aucun trouble dans la végétation des Palmiers de la région de Tunis sur lesquels ont porté ces essais. Ces poudres solubles sont dissoutes par l'eau de pluie ou de rosée et entraînées ainsi entre les gaines des feuilles. Pour des raisons fortuites, nous n'avons pu malheureusement établir l'action de ces traitements sur le *Khamedj*

En conclusion de ce chapitre, si l'on tient à la fois compte de la biologie du parasite et des quelques données expérimentales que l'on possède sur les procédés de lutte à lui opposer, nous pouvons préconiser les mesures suivantes pour empêcher l'infection des inflorescences de Palmier-dattier par l'agent du *Khamedj* :

1° *Mesures d'hygiène.* — La fréquence et la généralisation de la maladie sur les arbres mâles ou femelles livrés à eux-mêmes montre clairement la nécessité pratique de supprimer les inflorescences malades, dès leur apparition. On supprime ainsi les sources d'infection pour l'année à venir. Il serait utile de pratiquer cette opération non seulement sur les Palmiers-dattiers femelles, mais encore sur les Palmiers mâles. La suppression des inflorescences sur les Palmiers femelles cultivés est facile à obtenir des indigènes. La nécessité de la fécondation artificielle oblige en effet les « Khammès » à grimper plusieurs fois sur leurs Palmiers pendant l'époque de la floraison. Ils en profitent le plus souvent pour enlever au moins en gros les inflorescences pourries, ainsi que nous avons pu maintes fois le constater. Il suffirait d'attirer leur attention sur la nécessité de pratiquer toujours l'enlèvement complet et soigné de tous les organes malades. La destruction par le feu de ces inflorescences serait nécessaire. Elles sont habituellement abandonnées à la surface du sol. Convaincre les indigènes de la nécessité de les brûler serait déjà peut-être plus difficile.

La suppression des inflorescences malades sur les Palmiers abandonnés, généralement mâles, est à préconiser aussi. Ces Palmiers sont le plus souvent situés sur le domaine public. Il appartiendrait peut-être aux pouvoirs publics de faire pratiquer la suppression de toutes les inflorescences restées

sur ces arbres, saines ou non, sans distinction, lorsque la fécondation des Dattiers est terminée et que les indigènes n'ont plus besoin de pollen. Ces inflorescences devraient être entassées hors de l'oasis, puis brûlées. Ce n'est que par ce moyen que l'on peut songer pratiquement à supprimer les foyers d'infection que constituent pour les Palmiers cultivés les Palmiers abandonnés sur lesquels le *Khamedj* sévit de préférence.

2° *Traitements proprement dits.* — Les mesures précédentes permettraient à elles seules de diminuer déjà l'importance du mal. Il suffirait de les compléter, *sur les arbres qui ont porté des inflorescences atteintes seulement*, par des traitements anticryptogamiques destinés à tuer les germes de la maladie qui risquent de persister autour du cœur, même après l'enlèvement complet des jeunes régimes tués. Un nombre relativement peu élevé de Palmiers nécessiterait de pareils traitements ; leur prix de revient serait insignifiant, eu égard à la valeur d'une récolte de dattes. On pourrait employer les bouillies sulfocalciques, la formule indiquée par M. Laban, par exemple. Leur préparation étant ennuyeuse, il serait souvent plus simple de s'adresser aux bouillies sulfocalciques commerciales, que l'on utiliserait à des doses au moins égales, sinon supérieures à celles préconisées pour les traitements d'hiver.

Nos connaissances actuelles sur le pouvoir anticryptogamique comparé des bouillies cupriques et les bouillies sulfocalciques nous permettent d'affirmer, conformément aux suggestions de quelques auteurs, que les bouillies cupriques pourraient aussi être utilisées au lieu et place des bouillies sulfocalciques. Leur préparation sur place est plus simple, leur prix de revient, dans ce cas particulier, serait nettement inférieur. Il faut, en effet, tenir compte des doses élevées auxquelles il faudrait utiliser les bouillies sulfocalciques commerciales et du coût élevé du transport de ces produits liquides ou pâteux jusqu'aux oasis. Si l'on utilise la bouillie bordelaise, la bouillie cuprique type, le transport du sulfate de cuivre est fréquemment seul à envisager. Il faudrait en principe utiliser des bouillies à 3 kg. de sulfate de cuivre et 3 kg. de chaux pour 100 litres d'eau. Les bouillies au verdet neutre, plus faciles encore à préparer, ne présenteraient que des avantages. La dose de 1.5 à 2 % pourrait être adoptée. Il faudrait, sur les arbres habituellement atteints au moins, effectuer deux traitements, l'un immédiatement après la récolte des dattes, l'autre peu de temps avant l'apparition des premières inflorescences.

Pour être de réalisation aisée, ces traitements avec des bouillies nécessitent l'emploi de pulvérisateurs. Des procédés primitifs (badigeonnage au pinceau, projection du liquide avec un balai) sont d'application difficile et forcément irrégulière sur des arbres constitués par une rosette de feuilles au sommet d'un stipe cylindrique parfois très long. Cette question des pulvérisateurs adaptés au traitement des Palmiers-dattiers se pose d'ailleurs

en même temps au point de vue entomologique, pour lutter contre les cochenilles du Dattier, *Parlatoria Blanchardii* surtout. Les appareils à dos d'homme, même à pression préalable, doivent être écartés. Ils ne laissent pas à l'indigène perché sur les palmes, si étonnante que soit son agilité, une liberté de mouvement suffisante. Les appareils à traction sur roues sont inutilisables dans bien des oasis où les chemins sont encaissés entre deux murs de terre surmontés de palmes formant clôture (*tabia*), où la circulation dans les jardins est encore plus difficile, parce qu'il y règne souvent le désordre le plus pittoresque. Les appareils placés sur un brancard que portent deux hommes sont les plus commodes. Le type en est donné par la planche II, figure 7. Il s'agit d'un appareil construit par l'Office agricole de l'Ardèche, sur les indications de son Président, le Dr Astier. Cet appareil, adapté aux plantations fruitières de l'Ardèche, établies sur des terrains accidentés (cultures en terrasses), nous paraît par cela même facilement utilisable dans les oasis. La pompe donne une pression suffisante. Le réservoir, placé entre les montants du châssis, a une contenance d'une cinquantaine de litres. Tout équipé, l'appareil est commodément déplacé par deux hommes. Appliqué au traitement des Palmiers, il suffirait de le munir d'un tuyau de caoutchouc de 10 à 12 mètres, suivant la hauteur maximum des arbres à traiter, tuyau terminé lui-même par une lance de deux mètres environ ou soutenu à son extrémité par un bambou de même longueur. Dans ce dernier cas, un raccord à robinet devra être intercalé sur le tuyau, vers la base du bambou. L'appareil étant placé un peu à l'écart du pied de l'arbre et à contre-vent, l'un des ouvriers grimpe sur l'arbre avec la lance accrochée à son dos. L'autre, resté à terre, actionne la pompe. Grâce à la lance ou au bambou qui terminent le tuyau, le premier ouvrier peut atteindre tous les points du Palmier sans avoir trop à se déplacer dans la couronne de l'arbre, entre les palmes. S'il s'agit de lutter contre le *Khamedj*, la pulvérisation de la bouillie anticrytogamique sera limitée à la base des feuilles, tout autour du bourgon terminal de l'arbre, et il ne faudra pas craindre de faire ruisseler le liquide entre les gaînes des feuilles dans la région où se formeront les nouvelles inflorescences surtout.

Toutefois, l'achat d'un pulvérisateur spécial serait hors de proportion avec le but à atteindre si l'on ne songe à lutter que contre le *Khamedj* du Dattier. Cet achat ne s'impose que si l'on doit employer en même temps cet appareil pour lutter contre les cochenilles parasites du Palmier.

Pour avoir quelques chances d'être utilisé par les indigènes, un traitement doit non seulement être simple, mais il ne doit pas impliquer une mise de fonds importante. C'est pourquoi nous avons essayé directement l'action de quelques poudres cupriques sur le Palmier. Ces essais nous permettent de préconiser, aux lieu et place des pulvérisations, le simple épandage, même à la main, de poudre cuprique, entre les gaines des feuilles, tout

autour du bourgeon terminal, dans la région où se formeront les nouvelles inflorescences. Les poudres utilisables sont : 1° le verdet neutre, 2° le sulfate de cuivre pulvérisé (commercialement appelé sulfate de cuivre neige), qu'il sera avantageux de mélanger à de la chaux en poudre pour diminuer le coût du traitement (1/4 de sulfate de cuivre, 3/4 de chaux, par exemple). Les poudres cupriques commerciales (sulfostéatites, etc...) ne sont pas à préconiser. Il est inutile, en effet, d'augmenter le prix de revient du produit par le coût élevé du transport jusqu'aux oasis d'une matière inerte que l'on peut trouver sur place, identique ou équivalente. A ne considérer que le *Khamedj*, nous nous arrêtons donc aux traitements suivants, que nous croyons susceptibles de vulgarisation chez les indigènes, qui sont de beaucoup les principaux producteurs de dattes.

Procédé de lutte à vulgariser dans les milieux indigènes

1° Enlèvement complet des inflorescences malades sur les arbres femelles et au moins aussi sur les arbres mâles voisins. Leur destruction par le feu.

2° Epandage à la main, sur les arbres ayant porté des inflorescences malades seulement, d'un mélange de sulfate de cuivre en poudre et de chaux en poudre (une poignée de sulfate de cuivre pour trois de chaux). Le mélange devra être réparti à la base des palmes, tout autour du cœur du Palmier, une première fois après la récolte des fruits, une deuxième fois peu de temps avant la sortie des spathes. Il est inoffensif pour le Palmier. L'eau de pluie ou de rosée se chargera de dissoudre les produits actifs et de les faire pénétrer profondément entre les gaînes des feuilles, dans la région où se conservent les germes du champignon qu'il s'agit de détruire (1).

Au début tout au moins, autant à titre de vérification sur place qu'à titre de vulgarisation, les Services de l'Agriculture devraient faire procéder à l'exécution de ces poudrages sur un certain nombre d'arbres habituelle-

(1) Des essais de ce genre ont été effectués le 15 janvier 1929, à Tunis, sur deux Palmiers mâles que nous avions vus attaqués par le *Khamedj* en 1927 et 1928 et sur lesquels les anciennes inflorescences montraient des traces de leur destruction par cette maladie. Il s'agissait par conséquent d'arbres habituellement contaminés chaque année. On a répandu sur chacun d'eux, dans la région de formation des futurs régimes, un mélange pulvérulent de sulfate de cuivre et de chaux. Au début d'avril, l'un des Palmiers ne montre qu'une seule inflorescence attaquée sur une dizaine. Sur l'autre, par contre, la plupart des inflorescences sont encore attaquées. Le premier de ces résultats expérimentaux ne peut guère s'interpréter qu'en admettant l'efficacité du traitement. Le deuxième montre alors qu'un seul traitement n'est pas toujours suffisant, lorsqu'il s'agit tout au moins d'arbres où la maladie était ancienne et généralisée et sur lesquels les inflorescences malades étaient restées en place. Le Lieutenant Billoudet insistait déjà sur ce point que la difficulté de pénétration des substances toxiques entre les gaines des feuilles très étroitement emboîtées les unes dans les autres suffit à expliquer.

ment attaqués et mettre à la disposition des indigènes le sulfate de cuivre en poudre dont ils peuvent avoir besoin et qu'ils ne connaissent pas.

Les pouvoirs publics devraient enfin étudier la possibilité de faire enlever sur les arbres abandonnés les inflorescences inutilisées, malades ou non, lorsque la fécondation artificielle des Palmiers est terminée.

RÉSUMÉ

La pourriture de l'inflorescence du Palmier-dattier (*Phœnix dactylifera* L.) ou *Khamedj*, est une maladie qui apparaît au printemps, dès la sortie des régimes entre les gaines des feuilles. Sur la spathe encore fermée, on voit une ou deux taches rousses qui s'étendent peu à peu. Ces taches sont beaucoup plus apparentes du côté interne de la spathe (*Pl.* I, *Fig.* 1, 2 et 4 ; *Pl.* II, *Fig.* 5). Les tissus du spadice pourrissent progressivement, à partir du point d'infection ; ils brunissent et se recouvrent dans les interstices d'un duvet mycélien blanc (*Pl.* I, *Fig.* 1, 2 et 4 ; *Pl.* II, *Fig.* 5). La spathe ne s'ouvre pas par suite de la pourriture totale de son contenu, ou, si elle s'ouvre, la plus grande partie des brins du spadice se dessèche et se recouvre d'une pruine blanche pulvérulente. La base de l'inflorescence reste seule vivante. (*Pl.* II, *Fig.* 6.)

Cette maladie est causée par un Hyphomycète parasite, *Mauginiella Scœttæ* Cav., que l'on trouve toujours à l'état pur dans les tissus atteints. L'action de diverses larves de coléoptères ne peut être retenue. La maladie est différente du *baïoudh*.

L'infection de la jeune inflorescence de Palmier-dattier se produit lorsque la spathe est encore cachée entre les gaines des feuilles. Elle est d'origine externe et ne nécessite pas une blessure préalable de la spathe. Les pluies la favorisent.

Le mycélium du champignon est au début intercellulaire ou tout au moins accolé à la surface des parois cellulaires. Il est dépourvu de suçoirs et limité aux parenchymes (*Fig.* 1). Il est surtout abondant dans les boutons floraux ; sa présence dans les brins du régime ou dans la spathe est plus inconstante.

Le mycélium se développe aussi à l'extérieur des tissus. Ce mycélium externe disparaît après la formation des conidies.

Ce n'est que dans les tissus depuis longtemps envahis que le mycélium se généralise dans les cellules et, en dehors des tissus parenchymateux, dans les faisceaux libéro-ligneux.

Le mycélium se propage de proche en proche, directement à travers l'épiderme. Il se développe d'emblée dans les tissus vivants qu'il tue, tout en provoquant des modifications dans le contenu d'un certain nombre de cellules des parenchymes envahis. (*Fig.* 2.) Cette action n'a pu être reproduite *in vitro*.

Mauginiella Scœttæ se cultive sur des milieux divers : pomme de terre, carotte, brins de jeune spadice et fragments de bourgeon terminal de Palmier-dattier, stérilisés par la chaleur ou prélevés aseptiquement, bouillon de jeune inflorescence gélosé ou non, bouillon de bourgeon terminal de Palmier-dattier gélosé, avec ou sans fragments frais de bourgeon terminal. Le mycélium blanc se développe plus ou moins bien sur ces différents milieux et donne en abondance les fructifications conidiennes du champignon, sous forme d'un revêtement pulvérulent blanc.

Ces fructifications conidiennes, dans la nature et en culture, sont constituées par des cellules en chaînes qui terminent des filaments mycéliens dressés perpendiculairement à la surface du substratum (*fig.* 3). Les articles ont au début de 30 à 35 μ de long (*fig.* 4). Ils se séparent les uns des autres par désarticulation au niveau des cloisons transversales et se subdivisent en plusieurs cellules par de nouvelles cloisons transversales qui se forment successivement. La désarticulation de ces articles en leurs éléments constituants se poursuit par la suite. Les conidies isolées sont en général uni, bi ou tri, plus rarement pluricellulaires. Leur longueur est très variable. Leur largeur varie de 5 à 12 μ. Elle est le plus souvent, dans nos mensurations, comprise entre 7 et 9 μ (*fig.* 4, en haut et à droite).

Ces conidies germent facilement sur bouillon d'inflorescence gélosé ou non et donnent du mycélium qui fournit des filaments dressés qui sortent du milieu de culture et se transforment en chaînes de conidies (*fig.* 5 et 6).

Nous n'avons pas observé, ni dans la nature, ni dans les conditions très variées de nos cultures, d'autres formes de fructification du champignon. Le mode de conservation du parasite d'une année à l'autre n'a pu être exactement défini

L'infection n'est cependant pas d'origine interne.

L'étude systématique du parasite et sa comparaison avec les genres voisins *Septocylindrium* et *Geotrichum* nous amène à adopter le genre nouveau créé par Cavara. L'agent du *Khamedj* est donc le *Mauginiella Scaettae* Cav. Nous apportons cependant quelques modifications aux diagnoses du genre et de l'espèce type données par Cavara, pour tenir compte de nos observations (p. 396).

La pourriture de l'inflorescence du Palmier-dattier a déjà fait l'objet de nombreux travaux antérieurs qui sont analysés. Nous avons pu établir l'identité des affections décrites dans les différentes oasis de l'Afrique du Nord sous les noms de *Khamedj*, *douda* (ou *doud*), *tlaa* et peut-être *Soussa*, avec la maladie étudiée par Cavara et attribuée par lui à *Mauginiella Scaettae*. La cause de ces affections, inconnue ou inexactement connue, a été par cela même déterminée. L'étude bibliographique du sujet ainsi élargi montre que le *Khamedj* (c'est le nom arabe qu'on doit de préférence lui appliquer) existe à l'état endémique, depuis très longtemps, dans les différents groupes

d'oasis du Nord de l'Afrique, de la Cyrénaïque au Maroc. Nous n'avons trouvé aucune mention de la maladie pour les autres régions du monde cultivant le Dattier.

Tout régime contaminé est pratiquement perdu. Tous les régimes d'un même arbre peuvent être détruits. La maladie peut reparaître chaque année sur le même arbre. La proportion des Palmiers atteints est souvent de l'ordre de 5 p. 100. Elle peut atteindre 10 p. 100 en année humide, dans certaines régions. Elle est plus faible en année sèche. Si l'on songe au rôle primordial du Palmier pour la population des oasis, on voit que le *Khamedj* a une importance pratique indéniable, que lui reconnaissent d'ailleurs les indigènes.

Les arbres abandonnés — le plus souvent mâles — sont plus fréquemment attaqués que les arbres cultivés. Cette différence tient avant tout à une question d'hygiène : l'enlèvement, sur les Palmiers cultivés, des inflorescences malades qui constituent sans doute la seule source d'infection pour les années à venir. Une différence de sensibilité des arbres mâles ou femelles, ainsi que des différentes variétés de Palmier-dattier, ne peut jusqu'ici être retenue. *Phoenix canariensis*, espèce voisine de *Phoenix dactylifera*, n'est pas attaquée par *Mauginiella Scaettae*. Le *Khamedj* ne provoque pas le dépérissement des Palmiers attaqués.

Les indigènes luttent par des procédés empiriques contre le *Khamedj*. Les procédés qu'ils utilisent se ramènent à des mesures d'hygiène ou à des traitements de désinfection. D'après des renseignements fournis par le Lieutenant Billoudet, les bouillies sulfocalciques se sont montrées expérimentalement efficaces contre cette maladie. Elles agissent préventivement en tuant les germes qui assurent l'infection. On peut en conclure que les bouillies cupriques auraient une efficacité comparable, avec un prix de revient moindre.

Les pulvérisateurs à préconiser pour lutter contre les maladies du Palmier-Dattier sont des appareils montés sur brancard, aisément transportables. La lance de deux mètres est reliée au pulvérisateur par un long tuyau de caoutchouc (Pl. II, *fig.* 7 par ex.).

Les sels de cuivre solubles ne provoquant pas de brûlures sur les feuilles du Palmier, même sur les feuilles jeunes situées près du centre de la rosette, l'emploi de poudres cupriques serait plus aisé pour lutter contre le *Khamedj*.

Comme la culture du Palmier-dattier est à peu près entièrement entre les mains des indigènes, les traitements n'ont quelques chances d'être utilisés que s'ils sont très simples et ne nécessitent pour ainsi dire pas de mise de fonds. En tenant compte de cet état de chose, nous proposons la vulgarisation des procédés de lutte suivants, plus simples que ceux employés un peu partout par les indigènes et certainement plus efficaces :

1° Enlèvement complet des inflorescences malades sur les arbres femelles et aussi sur les arbres mâles voisins au moins. Leur destruction par le feu

2° Epandage à la main, sur les Palmiers ayant porté des inflorescences malades seulement, d'un mélange constitué par une poignée de sulfate de cuivre en poudre (dit neige) pour trois poignées de chaux en poudre. Ce mélange devra être répandu à la base des palmes, tout autour du cœur du palmier, dans la région où se formeront les nouvelles inflorescences surtout.

Nous tenons à exprimer ici nos sentiments de respectueuse gratitude à nos maîtres, M. Et. Foex, directeur, et M. G. Arnaud, directeur-adjoint de la Station centrale de Phytopathologie, dont les conseils nous ont été précieux au cours de cette étude. Les directives qu'ils nous ont fournies par lettre et surtout pendant deux séjours d'un mois chacun à la Station centrale de Pathologie végétale, en 1926 à Paris, et en 1928 au Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, ont sérieusement facilité notre tâche, au point de vue de l'identification du champignon et de son étude systématique notamment.

Nous remercions aussi bien sincèrement tous ceux qui nous ont fourni des renseignements souvent importants ou nous ont aidé matériellement.

Ces remerciements s'adressent tout particulièrement à M. le Professeur Cavara, directeur du Jardin botanique de Naples, qui a bien voulu examiner les échantillons et les préparations que nous lui avions adressées et nous donner son avis ; à M. Périn, ingénieur agricole, propriétaire à Tozeur, qui, connaissant particulièrement bien la culture du Palmier, nous a montré le premier sur place la maladie et nous a donné de nombreux renseignements tout en nous servant très aimablement de guide dans la magnifique oasis de Tozeur ; à M. Rey, ingénieur agricole, inspecteur de l'agriculture à Sfax, qui, par la connaissance qu'il a du Sud-Tunisien, a facilité nos recherches dans le Djérid ; à M. Martel, ingénieur E. C. A. T., directeur du Domaine de Sainte-Geneviève-el-Menchya à Deggache, près Tozeur, à qui nous sommes redevable de renseignements inédits et d'échantillons intéressants ; au Lieutenant Billoudet enfin, qui nous a très aimablement communiqué des résultats expérimentaux d'essais de traitements contre le *Khamedj* du Palmier-dattier.

BIBLIOGRAPHIE

1. 1901. — Masselot (F.). — Les Dattiers des oasis du Djérid. (*Bull. de la Direction Gén. de l'Agric. de Tunisie*, VI, p. 114-161.)
2. 1906. — Paris (L[t]). — Le Dattier au Figuig (Maladies). (*Bull. Agric. de l'Algérie-Tunisie-Maroc*, XII, p. 431-432.)
3. 1911. — Langeron (M.). — Mission parasitologique en Tunisie (Sept.-Oct. 1911). (*Arch. de Parasitologie*, XV, p. 442-473.)
4. 1912. — Trabut (L.). — Sur une maladie du Dattier : le Khamedj ou pourriture du régime. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, CLIV, p. 304-305.)

5. 1912. — Trabut (L.). — Le Khamedj du Dattier. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de l'Afrique du Nord.* C. R. de la séance du 15 mars 1912, III, p. 50-51.)

6. 1912. — Osval (P.). — Une maladie du Dattier. (*Rev. Agricole de l'Afrique du Nord*, I, p. 254-255, et p. 348.) (Repris de *l'Echo d'Alger*, 19 mai 1912.)

7. 1917. — Maire (R.). — Champignons Nord-Africains nouveaux ou peu connus. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de l'Afrique du Nord*, VIII, p. 134-200; 2 fig.) (*Microthecium Phoenicis*, p. 162.)

8. 1919. — Foex (Et.) et Vayssière (P.). — Les maladies du Dattier au Maroc. (*Journ. d'Agric. tropicale*, XIX, p. 336-339.)

9. 1921. — Rao Sahib. — The pests of the Date Palm in the 'Iraq. (*Dep. of Agric. Mesopotamia*, Mém. n° 6; 21 fig., 9 phot., 22 pl.)

10. 1921. — Sergent et Béguet. — Sur la nature mycosique d'une nouvelle maladie du Dattier menaçant les oasis marocaines. (*C. R. de l'Ac. des Sc.*, CLXXII, p. 1624-1627.)

11. 1922. — Surcouf (J.-M.-R.). — Note sur une maladie du Palmier: le Doud. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de l'Afrique du Nord*, XIII, p. 34-35.)

12. 1922. — Surcouf (J.-M.-R.). — Recherches de la biologie du *Phoenix dactylifera*. Etude sur la culture, les maladies et les parasites du Palmier en Algérie. (*Bull. de la Soc. d'Hist. nat. de l'Afrique du Nord*, XIII, p. 262-273; 1 pl.)

13. 1921-1923. — Dowson (V.-H.-W.). — Dates and Date cultivation of the 'Iraq. (*Agricultural Directorate of Mesopotamia*, Part 1, 75 p., 54 fig., 1 carte, 1921; Part 2, 26 p., 3 cartes, 1921; Part 3, 97 p., 53 fig., 1923; avec bibliographie relative au Dattier en général.)

14. 1925. — Balachowsky (A.). — Les maladies du Dattier dans le Sud-Oranais. (*Rev. Agric. de l'Afrique du Nord*, XXIII, p. 117-123; 5 fig.)

15. 1925. — Cavara (F.). — Atrofia fiorale in *Phoenix dactylifera* di Cirenaica. (*Rend. d. R. Acc. Naz. dei Lincei*, VI, p. 65-67.)

16. 1925. — Cavara (F.). — *Mauginiella Scaettae* Cav., nuovo ifomicete parassita della Palma da datteri di Cirenaica. (*Bull. Orto Bot. Napoli*, VIII, p. 207-211; 1 pl.)

17. 1925. — Pinoy (P.-E.). — Sur la maladie du Bayoud des Palmiers de Figuig. (*C. R. de la Soc. de Biologie*, XCII, p. 137-138. — Analyse dans *Rev. of Applied Mycology*, IV, p. 347, 1925.)

18. 1926. — Balachowsky (A.). — La maladie du Palmier-Dattier dite Baïoudh. (*Rev. Agric. de l'Afrique du Nord*, XXIV, p. 549-554; 5 fig. et p. 556-559.)

19. 1926. — Chabrolin (C.). — Une maladie du Palmier-Dattier en Tunisie. (*Rev. de Path. végét. et d'Entom. agric. de France*, XIII, p. 310-313.)

20. 1926. — Foex (Et.). — Observations. (*Rev. de Path. végét. et d'Entom. Agric. de France.* C. R. de la séance du 3 déc. 1926, XIII, p. 308.)

21. 1927. — Chabrolin (C.). — Quelques maladies des plantes cultivées en Tunisie. (*Bull. de la Dir. Gén. de l'Agriculture de Tunisie*, XXXI, p. 41-59; 6 fig.)

22. 1927. — Delassus (M.), Brichet (J.), Balachowsky (A.) et Lepigre (A.). — Les ennemis des cultures fruitières en Algérie et les moyens de les combattre. (1 vol., 197 p., 107 fig.; Alger.)

23. 1928. — Billoudet (L.). — Etude sur la culture du Palmier. (*Rev. Agric. de l'Afrique du Nord*, XIX, p. 599-603 et p. 613-615.)

24. 1929. — Chabrolin (C.). — La pourriture de l'inflorescence du Palmier-dattier (*Khamedj*). (*C. R. de l'Académie des Sciences*, t. 188, p. 933-935. Séance du 25 mars 1929.)

Explication des Planches

PLANCHE I

Fig. 1. — Jeune inflorescence récemment infectée par *Mauginiella Scaettae*. La spathe a été fendue suivant son plan médian pour montrer le début de la pourriture du spadice (à gauche). On remarquera, à droite, l'aspect de la maladie sur la face interne de la spathe. La surface externe ne présentait qu'une tache rousse peu apparente. Dans la partie malade, les boutons floraux sont bruns (en noir sur la photographie) et entourés par un revêtement mycélien blanc bien apparent vers le centre. (Tunis, printemps 1927 ; 1/4 grand. nat. environ.)

Fig. 2. — Détail de la partie malade de l'inflorescence de la fig. I. On remarque sur la face interne de la spathe, à droite, des points brillants qui sont des gouttelettes d'eau qui exsudent des tissus morts. La pourriture du spadice est nettement visible à gauche. Les boutons floraux morts sont bruns. La tache est diffuse sur les bords. Dans la région centrale, dans les interstices entre les fleurs et les brins, duvet blanc bien apparent.

Cette tache n'intéresse la masse du spadice que sur 1 cm. d'épaisseur environ. La pourriture n'atteint pas encore l'autre côté de la spathe qui maintient les brins du spadice, au-dessous dans la photographie. (Tunis, printemps 1927 ; 1/2 grand. nat. environ.)

Fig. 3. — Brins du spadice isolés, dont la partie terminale (le brin de gauche) ou moyenne (les trois autres), est atteinte par le *khamedj*. Les tissus atteints sont de couleur rousse ou brun roux. Les bords sont diffus. (Tunis, printemps 1927 ; 1/2 grand. nat. environ.)

Fig. 4. — Jeune inflorescence infectée depuis plus longtemps par le *khamedj*. La région moyenne des éléments du spadice est entièrement tuée. Une deuxième tache apparaît vers le sommet. Remarquer en même temps l'altération de la face interne de la spathe qui suit l'altération du spadice. Par place, revêtement blanc apparent. La pourriture intéresse ici toute l'épaisseur de l'inflorescence. Les deux côtés de la spathe présentent à l'extérieur des taches rousses déprimées. Seule la partie supérieure de l'inflorescence, sortie hors des gaines des feuilles, a pu être coupée. La spathe a été fendue suivant son plan médian. (Tunis, printemps 1927 ; 1/4 grand. nat. environ.)

PLANCHE II

Fig. 5. — Stade de la maladie encore un peu plus avancée que dans la fig. 4. La région moyenne est entièrement morte, ainsi que le sommet. De nouvelles taches apparaissent vers la base. Duvet blanc dans les interstices, par place. Remarquer que les parties des brins non directement contaminées, même comprises entre les deux taches, gardent leur aspect normal. La spathe a été fendue suivant son plan médian. Inflorescence jeune. (Tunis, printemps 1927 ; 1/4 grand. nat. environ.)

Fig. 6. — Spadice femelle atteint par le *khamedj* dans sa partie terminale. La base étant restée saine, le spadice s'est dégagé entièrement de la spathe. Les tissus morts se sont inclinés vers le sol. La région moyenne, dans la partie infléchie, était seule contaminée. Elle est recouverte d'une pruine blanche. Les boutons floraux morts sont tombés. La partie terminale des brins s'est desséchée par contre-coup ; les boutons floraux secs sont restés en place. Seules quelques fleurs sont restées vivantes dans le voisinage immédiat de la partie contaminée. Un tel régime est en fait entièrement perdu. (Tozeur (Sud-Tunisien), Printemps 1927, 1/8 grand. nat. environ.)

Fig. 7. — Pulvérisateur à brancard, construit par l'Office agricole de l'Ardèche, sur l'initiative de son président, le Dr Astier. Adapté aux traitements des vergers d'arbres fruitiers en pays accidenté, il conviendrait parfaitement aux traitements du Palmier. Le réservoir qui renferme la bouillie, muni d'un agitateur, est au centre du brancard. La pompe à double effet, actionnée à la main par un levier, est fixée sur l'un des montants du brancard. Du réservoir de compression situé au-dessus part un long tuyau de caoutchouc terminé par une lance de 2 m., avec jet au sommet et robinet à sa base.

Fig. 1

Fig. 2

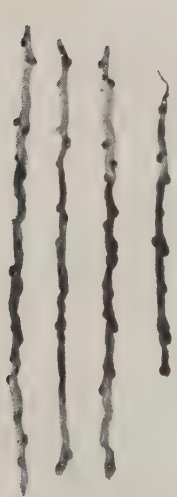


Fig. 3

Fig. 4

Ch. Chabrolin, *Pourriture de l'inflorescence du Dattier : Khamedj*

FIG. 5

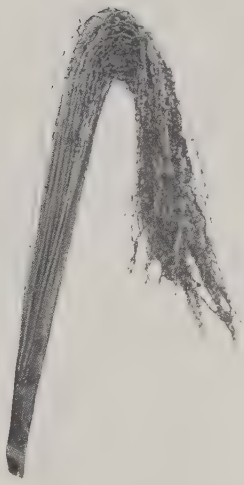


FIG. 6

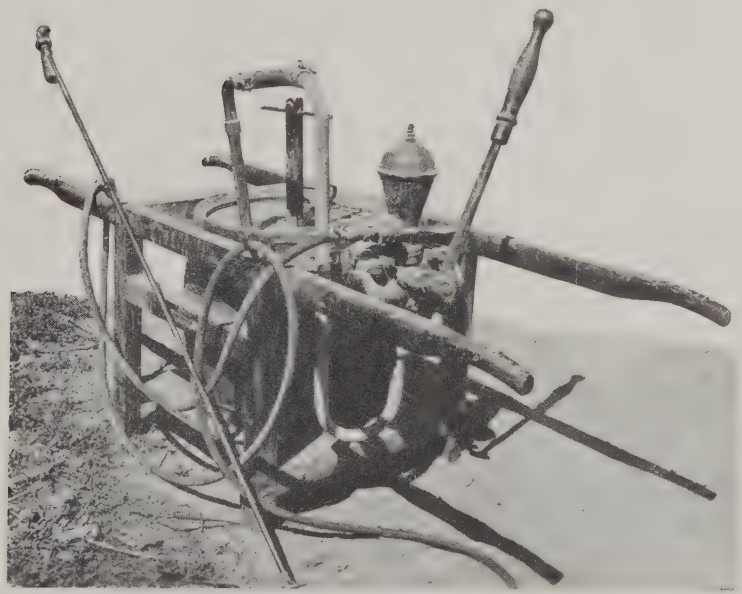


FIG. 7

CH. CHABROLIN : *Pourriture de l'inflorescence du Dattier : Khamedj*

RAPPORT PHYTOPATHOLOGIQUE POUR L'ANNÉE 1928

PAR

LE DIRECTEUR DE LA STATION CENTRALE D'ENTOMOLOGIE

ET LE DIRECTEUR DE LA STATION CENTRALE DE PATHOLOGIE VEGETALE

I. — MESURES ADMINISTRATIVES VISANT LA PROTECTION DES PLANTES CULTIVÉES ET L'ORGANISATION DE LA LUTTE CONTRE LES ENNEMIS DES PLANTES

Institut des Recherches Agronomiques. — Dans l'état actuel de l'organisation de l'Institut des Recherches Agronomiques, les laboratoires ou stations, ayant dans leurs attributions les recherches sur les ennemis des plantes et dont le fonctionnement se trouve assuré, sont répartis de la façon suivante :

Versailles. — *Station Centrale de Pathologie Végétale.* — Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, route de Saint-Cyr, Etoile de Choisy, Versailles (Seine-et-Oise).

Station Centrale d'Entomologie Agricole. — Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, route de Saint-Cyr, Etoile de Choisy, Versailles (Seine-et-Oise).

Station pour l'étude des Vertébrés utiles et nuisibles. — Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, route de Saint-Cyr, Etoile de Choisy, Versailles (Seine-et-Oise).

Paris. — *Station Entomologique de Paris.* — Institut National Agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Station de Recherches Viticoles — (Annexée à l'Institut National Agronomique), 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

Antibes. — *Station d'Entomologie Agricole (Insectarium).* — (Cette station correspond à l'insectarium de Menton dont le personnel et le matériel ont été transférés au nouveau Centre de Recherches d'Antibes) : Villa Thuret, Cap d'Antibes (Alpes-Maritimes).

Station de Botanique et de Culture. — Villa Thuret, cap d'Antibes (Alpes-Maritimes).

Avignon. — *Service de Phytopathologie.* — (Service mixte de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole) : Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon, 36, rue Boussingault, Avignon (Vaucluse).

Bordeaux. — *Station d'Entomologie Agricole.* — Centre de Recherches Agronomiques de la Grande-Ferrade, à Pont-de-la-Maye, près Bordeaux (Gironde).

Station de Pathologie Végétale. — Centre de Recherches Agronomiques de la Grande-Ferrade, à Pont-de-la-Maye, près Bordeaux (Gironde).

Brive. — *Station de Pathologie Végétale.* — Collège de Brive, à Brive (Corrèze).

Montargis. — *Station Entomologique.* — 98, rue Gambetta, Chalette-Montargis (Loiret).

Rouen. — *Station d'Entomologie appliquée et de Zoologie agricole.* — 16, rue Dufay, Rouen (Seine-Inférieure).

Saint-Genis-Laval. — *Station Entomologique du Sud-Est.* — 22, avenue Clemenceau, Saint-Genis-Laval (Rhône).

Grignon. — *Station de Génétique et de Pathologie végétale* (annexee à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon). — Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon (Seine-et-Oise).

Montpellier. — *Station d'Entomologie agricole* (annexée à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier). — Ecole Nationale d'Agriculture, Montpellier (Hérault).

Comité des Epiphyties. — Les délibérations du Comité des Epiphyties ont porté en 1928 sur les questions suivantes :

— Mesures administratives à prendre et procédés de lutte contre le *Cercospora beticola.*

— Révision de l'arrêté du 25 février 1928 en vue de l'emploi des substances arsenicales dans les plantations de Cotonnier en Algérie et pour combattre les Insectes du Cassissier.

— Examen d'un projet d'arrêté destiné à protéger les plantations de Vanillier des colonies françaises contre une nouvelle maladie.

— Examen des arrêtés pris par le Gouvernement général de l'Indochine, en conformité de l'arrêté ministériel du 17 janvier 1928, relatif à la réglementation phytosanitaire de cette colonie.

— Rectification des zones contaminées par le Doryphora et des zones de protection établies contre la diffusion de cet Insecte.

— Examen des méthodes employées aux Etats-Unis pour lutter à la fois contre le Doryphora et le Mildiou de la Pomme de Terre. Modifications à apporter à la législation en vue des traitements.

Réglementation concernant la défense des cultures et organisation de la lutte contre leurs ennemis. — Par arrêté du 29 novembre 1928 il a été constitué à la Direction générale des Eaux et Forêts du Ministère de l'Agriculture, une Commission d'études des ennemis des arbres, des bois abattus et des bois mis en œuvre.

La réglementation a visé en outre divers ennemis des cultures et les produits insecticides ou anticryptogamiques.

Doryphora de la Pomme de terre. — Au point de vue administratif, la situation a permis de réduire les zones contaminées et de protection dans les départements de la Dordogne, de la Charente, de la Charente-Inférieure, des Deux-Sèvres et de la Vienne. Mais, par suite des poussés que nous signalons plus bas (p. 423), on a dû les étendre d'une part en Haute-Vienne et en Corrèze, d'autre part dans les Landes, le Lot-et-Garonne et le Gers. La campagne de 1928 a mis en lumière les excellents effets des méthodes de lutte et a fait ressortir l'importance de la prospection pour la découverte hâtive des foyers. Grâce au nombre plus grand des contrôleurs mis à la disposition des Directeurs de Services agricoles par le Service de la Défense des végétaux, plusieurs foyers nouveaux ont pu être éteints. En assurant un bon recrutement de ces contrôleurs et en les répartissant proportionnellement aux besoins de chaque région, on évitera les longs retards dans la découverte des foyers, qui sont si préjudiciables à l'intérêt général et paralysent tous les autres efforts pour enrayer la progression du mal. C'est vers l'intensification de ce service de prospection et vers une coordination effective des Services départementaux sous une direction unique armée de tous les pouvoirs et de tous les moyens nécessaires qu'il est essentiel d'orienter de plus en plus l'organisation de la lutte.

Galle verruqueuse de la Pomme de terre (*Synchytrium endobioticum*). — V. p. 452.

Mouche des Cerises (*Rhagoletis cerasi*). — Un arrêté du 6 mars 1928 a réglementé l'exportation des cerises vers la Grande-Bretagne qui se fait exclusivement par les ports de Boulogne, Calais, Dieppe, sous la surveillance d'agents du Service de la Défense des végétaux et de l'Inspection phytopathologique. Ceux-ci ont été chargés de la délivrance de certificats pour les colis reconnus exempts de vers des cerises (larves de *Rhagoletis cerasi*) et de refouler ceux qui étaient reconnus infestés.

Quelque temps après, une ordonnance du Gouvernement Britannique ayant mis en avant de nouvelles exigences, un second arrêté pris le 22 mai 1928 a donné quelques prescriptions complémentaires permettant de préciser l'origine des cerises et d'éliminer toutes celles provenant pendant une période déterminée de certains départements.

Produits insecticides et anticryptogamiques. — Une commission de spécialistes a été chargée d'étudier les garanties à exiger et le mode d'analyse à appliquer à chaque catégorie de produit. Un projet de loi visant la répression des fraudes dans le commerce des produits insecticides et fongicides a été déposé au début de 1928.

Arsenicaux. — Un arrêté du 25 février 1928 a modifié ainsi qu'il suit l'article 2 de l'arrêté du 15 septembre 1916, fixant les conditions d'emploi des composés arsenicaux en agriculture :

« Les traitements par les composés arsenicaux, en pulvérisations et en badigeonnages, sont interdits dans les vignes, vergers et autres plantations où sont faites des cultures intercalaires maraîchères et potagères.

« Lesdits traitements sont autorisés :

« 1° Vignes : de la fin des vendanges jusqu'au début de la véraison dans le vignoble ;

« 2° Pommiers, Poiriers, Pruniers, Pêchers, Amandiers : de l'époque qui suit la récolte totale des fruits jusqu'à cinq semaines après la floraison;

« 3° Cerisiers, Abricotiers : de l'époque qui suit la récolte totale des fruits jusqu'à la fin de la floraison ;

« 4° Oliviers : du 1er juin jusqu'au début de la véraison ;

« 5° Betteraves : jusqu'à un mois après le démariage ou le repiquage;

« 6° Osiers : en tout temps ;

« 7° Arbres et arbustes de pépinières : en tout temps, mais à la condition qu'ils ne portent aucun fruit destiné à être consommé ;

« 8° Tabac : avant la transplantation ;

« 9° Pommes de terre : jusqu'à une semaine avant l'arrachage. »

Le commerce a mis en vente un grand nombre de produits arsenicaux divers destinés aux traitements des plantes. Il est remarquable qu'un bon nombre d'entre eux, en particulier pour les arséniates de chaux, tout en paraissant offrir une composition chimique semblable, diffèrent souvent beaucoup au point de vue de leur pouvoir toxique. Il semble que ce sont surtout des différences physico-chimiques qui interviennent à ce point de vue (Paillot, Fc. Cook et Mc. Indoo). C'est sans doute en raison de l'inégale valeur de ces produits que l'on a vu certains articles de la presse agricole proclamer l'inefficacité de ces arséniates ! On a vu apparaître dans le commerce des produits arsenicaux complexes, tels que le soufre arsenical et des préparations colloïdales de composés arsenicaux (arseniate de plomb, sulfure d'arsenic, sels arsenico-cupriques). L'expérience montrera si l'on doit conclure à leur supériorité sur les sels courants d'arsenic.

Dérivés du Goudron et Huiles minérales. — L'emploi des sous-produits du goudron émulsifiés et dont les noms commerciaux sont pour la plupart caractérisés par le radical « Carbo » a pris depuis deux ou trois ans un très

grand développement en France. Et pour les traitements d'hiver des arbres fruitiers, beaucoup d'arboriculteurs ont recours maintenant aux mêmes produits que ceux qui sont depuis longtemps utilisés d'une façon générale et courante en Hollande, en Allemagne, en Suisse et en Angleterre.

Parmi ces produits, les moins nocifs pour les plantes et les plus efficaces contre les insectes semblent être ceux qui utilisent les huiles les plus lourdes, notamment les huiles vertes dites anthracéniques, sur lesquelles les Stations Entomologiques de l'I. R. A. ont attiré depuis plusieurs années l'attention des arboriculteurs.

Dans des essais de destruction hivernale de pontes d'Hyponomeutes poursuivis à la Station de Lausanne, les meilleurs résultats ont été obtenus à l'aide de la bouillie recommandée depuis longtemps par Collinge, à laquelle H. Faes ajoute un peu de nicotine, conformément à la formule suivante :

Soude caustique 98 %, 0,90 kg.; savon noir, 0,22 kg.; huile de paraffine. 2,85 litres; eau douce, 45 litres; nicotine titrée à 15 % de nicotine, 0,50 kg.

Nicotine et Pyrèthre. — De nouveaux insecticides à base de tolylaminate de nicotine et de méthylbenzaminate de nicotine ont été mis dans le commerce.

La vogue des préparations de Pyrèthre en solution dans des pétroles légers, pour la destruction des mouches dans les appartements, a incité les industriels à abandonner de plus en plus la formule « Savon-Pyrèthre » pour l'utilisation des principes actifs de cette plante et à diriger leurs recherches vers des formules inspirées des premières nommées, mais impliquant malheureusement encore des prix assez élevés.

Bouillies cupriques. — Les bouillies cupriques ont fait l'objet d'études et discussions diverses. D'après Cadoret, l'action des deux constituants de la bouillie bordelaise est certaine à la condition de dépasser 2,5 % pour chacun d'eux. Les viticulteurs qui s'en tiennent aux formules classiques (sulfate de cuivre 1 à 2 % ; chaux quantité stricte pour neutraliser) n'ont raison du mildiou qu'en année sèche. Après treize ans d'expérience et de démonstration, Cadoret estime qu'actuellement la bouillie basique qu'il préconise est la seule qui puisse préserver le vignoble français (1).

Se basant sur ses propres travaux, aussi bien que sur ceux que diverses Stations de l'Institut des Recherches Agronomiques ont effectués sur la question de la teneur cuprique des bouillies, J. Capus (2) montre que les

(1) Cadoret : La bouillie bleue Cadoret. (*Progrès Agricole et Viticole*, 45e *année*, n° 12, pp. 281-283, 18 mars 1928.)

(2) Capus (J.) : Sur la teneur en cuivre des bouillies contre le Mildiou de la Vigne. (*C. R. Académie d'Agriculture*, 4 juillet 1928 ; *Journal Agricult. Pratique*, *Nouvelle Série*, t. 50, pp. 58-59, 21 juillet 1928.)

viticulteurs n'emploient pas par esprit de routine des doses exagérées de cuivre pour lutter contre le *Plasmopara viticola*. Le titre de la solution de sulfate de cuivre dans l'eau, auquel correspond l'arrêt de la germination des zoospores n'est pas fixé d'une façon certaine. A plus forte raison, la teneur en cuivre des bouillies cupriques est-elle plus difficile à fixer avec précision (2).

J. Capus fait remarquer que d'expériences de laboratoires on a inféré que la dose de sulfate de cuivre pouvait être réduite. Mais il est nécessaire d'avoir présentes à l'esprit certaines notions fondamentales, c'est-à-dire celles des facteurs qui entrent en jeu :

1° les uns d'ordre météorologique ; 2° d'autres d'ordre cultural (soins avec lesquels on applique le traitement) ; 3° d'autres encore inhérents au végétal (activité de développement végétatif). Au bout d'un certain temps les feuilles deviennent résistantes au Mildiou ; c'est l'immunité de l'âge, que toutes n'acquièrent pas en même temps et qui varie avec le milieu ; les feuilles qui avaient acquis cette immunité temporaire, retrouvent à l'automne leur réceptivité. De faibles doses de cuivre (125 gr. de sulfate de cuivre) appliquées quelques heures avant la contamination suffisent à empêcher l'infection. Mais dans la pratique, les pulvérisations s'effectuent plusieurs jours avant l'arrivée des conidies à la surface de la plante. On peut dire que la dose de 1 % de sulfate de cuivre dans la bouillie bordelaise à la chaux, ou bourguignonne au carbonate de soude, suffit : 1° sur les cépages qui sont naturellement peu sensibles au Mildiou ; 2° dans les conditions où les cépages acquièrent plus vite la résistance naturelle, c'est-à-dire dans les sols secs, et dans les années chaudes ; 3° dans les années peu pluvieuses où la bouillie n'est pas détruite par les eaux ; 4° quand les traitements sont assez fréquemment répétés. Par contre, la dose de 1 % est insuffisante et celle de 2 % est nécessaire dans les conditions suivantes : 1° dans les sols humides ; 2° dans les années froides et pluvieuses ; 3° sur les cépages naturellement sensibles au Mildiou ; 4° pour le dernier traitement qui doit exercer une longue durée d'action ; 5° pour la défense des inflorescences quand le cépage est sensible au Mildiou de la grappe. Dans les années très humides, et si la Vigne a déjà été atteinte, il vaut mieux affectuer le dernier traitement à la dose de 3 %.

M. Viala confirme les données de J. Capus et il rappelle que Millardet et lui-même ont fixé à 2 kg. les doses de sulfate de cuivre, et cela dès août 1893.

Pour G. Villedieu, les bouillies récemment répandues doivent leur activité à la chaux libre et aux sels. Quand sous l'action du C^{o2}, la chaux est entièrement transformée en $C^{o3}Ca$, ce qui demande trois à quatre jours,

(2) Carles (Pierre) : La teneur en cuivre des bouillies. (*Revue de Viticulture*, 35 année. T. LXIX, n° 1777, pp. 37-46, 19 juillet 1928.)

sa grande activité a disparu et il ne reste que les sels basiques de cuivre.

D'après G. Villedieu, en temps ordinaire, c'est-à-dire en temps de petites attaques ou d'attaque moyenne, les sels basiques de cuivre suffisent pour défendre la feuille ; mais si les germes sont nombreux et virulents, à eux seuls ils sont impuissants à défendre la Vigne: Il est nécessaire que les particules cupriques insolubles viennent en contact avec la zoospore du Mildiou, qui éclôt dans la goutte d'eau, pour que cette zoospore soit arrêtée dans son évolution. La bouillie qu'on répand à profusion apporte du cuivre, mais aussi et surtout de la chaux fraîche carbonatée.

Le même auteur insiste sur les avantages des poudrages. Ils permettent d'éviter les frais qu'entraînent le transport et la pulvérisation d'un grand volume d'eau. Ils assurent en même temps une meilleure répartition des produits anticryptogamiques. Les poudres présentent seulement l'inconvénient d'être très mobiles et par conséquent facilement emportées par le vent. Il suffirait de les rendre adhérentes pour en faire d'excellents anticryptogamiques. L'auteur conseille de poudrer et de répéter souvent cette opération (1).

L. Degrully fait remarquer qu'alors qu'en France les poudrages ne sont employés que comme traitements complémentaires, en Italie certains viticulteurs ont substitué ces anticryptogamiques aux bouillies. C'est ainsi que l'ingénieur Cornelis Guerci, propriétaire dans la région de Parme, déclare, dans l'*Italia Vinicola e Agraria*, que depuis cinq ans il se défend de l'Oïdium et du Mildiou ensemble par les seuls traitements aux poudres (2).

L. Camboné préconise les soufres cupriques mouillables . 1° ils sont aussi fins que les meilleures stéatites; 2° ils sont plus adhérents que toutes les autres poudres; 3° ils permettent de traiter à la fois l'Oïdium et le Mildiou, et de réaliser une économie de main-d'œuvre appréciable ; 4° ils sont très efficaces (3).

Pour ce qui concerne les anticryptogamiques destinés à lutter contre la Carie, voir p. 448.

II. — INSECTES ET AUTRES ANIMAUX NUISIBLES AUX CULTURES

Céréales

Les ravages causés par les larves de Taupins ou Vers fil de fer (*Agriotes obscurus* L., *Agriotes lineatus* L., etc.) ont suscité des plaintes nom-

(1) Villedieu (G.) : Bouillies et poudres. (*Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 12, pp. 283-286, 18 mars 1928).

(2) L. Degrully : Chronique. Poudrages mixtes contre le Mildiou et l'Oïdium. (*Le Progrès Agricole et Viticole*, 45e année, n° 24, pp. 565-566, 10 juin 1928.)

(3) Camboné (L.) : Bouillies et Poudres cupriques mouillables. (*Revue de Viticulture*, T. LXVIII, n° 1768, pp. 318-319, 17 mai 1928.)

breuses en 1928 particulièrement dans la région de Paris et dans l'Ouest ; les céréales de printemps, notamment les Avoines venues sur des friches de Trèfle et de prairies, ont eu surtout à souffrir. L'attention a été attirée sur divers modes de traitement qui toutefois ne paraissent pas encore prêts à passer dans la pratique courante. Parmi eux, les appâts formés de petits paquets de Trèfle frais ou de pâte sucrée de farine ou de maïs destinés surtout à capturer les Insectes parfaits avant la ponte ont été recommandés. Les épandages de cyanamide 10 à 15 jours avant les semailles, un fort roulage après l'ensemencement, l'emploi de nitrate de soude comme engrais au printemps contribuent aussi à préserver la récolte (1).

Des dégâts importants dûs aux larves de Tipules ont été signalés dans le bassin de la Loire et la région de l'Ouest (Indre-et-Loire, Eure-et-Loir, Maine-et-Loire, Finistère, Côtes-du-Nord, etc.). Ils paraissent en rapport avec l'humidité de la saison printanière. C'est dans les ensemencements d'Avoine ou d'Orge de printemps succédant aux jachères ou aux Légumineuses que ce sont produits les ravages les plus considérables. Dans l'Est (région de Colmar) des faits analogues se sont produits et l'on a vu des champs de Blé ensemencés sur vieilles prairies se trouver entièrement dévorés au printemps, tandis que les champs voisins restaient indemnes. Des essais de traitement par épandage d'appâts empoisonnés ont été effectués (2) et paraissent susceptibles de donner des résultats pratiques. Des détails intéressants ont été donnés par L. Brétignière sur une forte attaque de Chlorops qui s'est produite dans les cultures de Blé de Grignon (3). Le préjudice causé par les Chlorops à la récolte du Blé a été aussi noté à Montfort dans les Landes.

Les Cèphes (*Cephus pygmœus* L.) ont été très abondants en certaines localités de la région de Colmar. Il en a été de même dans le Midi (Var).

Les larves de Cécidomyies des épis de Blé (*Contarinia tritici* Kirby et peut-être espèces voisines) ont été remarquées depuis plusieurs années, mais surtout en 1928, dans le département de l'Yonne, les champs les plus atteints étant dans le voisinage de grands arbres ; on peut estimer alors les pertes à 2 ou 3 quintaux à l'hectare. On s'est plaint aussi d'importants dégâts causés par les mêmes Insectes dans la Sarthe.

La Pyrale du Maïs (*Pyrausta nubilalis* Hübn.) a été très abondante dans la région de la Haute-Garonne; une quantité énorme d'épis a été détruite par les chenilles de ce Papillon; en beaucoup de points la *Sesamia nonagrioides* Lef., minait aussi les tiges. Les Sorghos ont été aussi endommagés par les *Pyrausta*.

(1) H. Blin. — Le Taupin dans les Avoines (*Journ. Agric. pratique* 1929, I. N° 8, p. 155).

(2) Douence (A.) : Sur une invasion de Tipules (*Rev. Path. Vég. et Entom. Agric.*, XV, p. 156, 1928).

(3) Brétignière (L.) : Blé et Chlorops (*Journ. Agr. prat.*, 1929, I, n° 8, p. 154).

Dans les Landes, en Chalosse, les mêmes Insectes se sont montrés aussi fort nuisibles.

Aux environs de Montargis, L. Gaumont rapporte que, sur les coteaux, les Pucerons radicicoles *Anoecia corni* Fab., *Tetraneura ulmi* Degeer, *Forda trivialis* Pass., en raison de l'été chaud et sec, ont contribué à l'échaudage de certaines parcelles de Blé. Les semis de Maïs ont eu aussi à souffrir en Chalosse (Landes) de ces Pucerons souterrains en même temps que d'attaques fort sérieuses de la Scutigerelle (*Scutigerella immaculata*) sur laquelle J. Feytaud a déjà attiré l'attention.

Les Nématodes (*Tylenchus dipsaci* Kühn = *T. devastatrix* Kühn) ont dévasté des champs d'Avoines notamment dans l'Aisne où, sur le territoire d'une seule commune, à Pouilly-sur-Seine, une quinzaine d'hectares ont été complètement envahis. Dans le Morbihan, les Seigles ont eu également à souffrir des Anguillules.

Prairies naturelles et artificielles

Dans le Var, la Luzerne a été fortement attaquée par les Nematodes (*Tylenchus dipsaci* Kühn.) : dans diverses localités, elle restait rabougrie, la base des tiges étant plus ou moins renflée ou altérée.

Le Négril (*Colaspidema atrum* Ol.) a fortement éprouvé dans le Tarn les dernières coupes des luzernières. Il a fait aussi quelques dégâts dans la Drôme, le Var, le Lot-et-Garonne.

Cultures industrielles

Pomme de terre. — Dans la Gironde, premier département qui ait été envahi par le Doryphora, la situation reste plus sérieuse que partout ailleurs, en raison de la densité et de l'étendue de certains foyers. Un gros effort devra être tenté, notamment pour réduire les foyers voisins du port de Bordeaux, ceux du Blayais, des vallées de la Dordogne et de l'Isle. Dans tous les autres départements envahis, grâce à une lutte intensifiée, des résultats favorables ont été obtenus, des foyers anciens ont été éteints, sans pourtant que l'on ait toujours réussi à empêcher l'apparition de nouvelles taches.

Dans les Landes, malgré une amélioration de la situation dans la partie touchée jusqu'alors, on a découvert en 1928 des foyers déjà étendus vers le sud-est. Et une tache de moindre importance est signalée à Saint-Maur sur le territoire de Lot-et-Garonne.

Malgré la persistance de la tache diffuse des environs de Noudron, la situation est moins inquiétante en Dordogne où les foyers de Saint-Michel-de-Rivière, Saint-Paul-la-Roche, Champs-Romains, Saint-Romain, Saint-Clément ont disparu et où celui de Périgueux parait s'éteindre. Il y a régres-

sion aussi en divers points dans les Deux-Sèvres, la Charente et la Charente-Inférieure. En Haute-Vienne, la défense a provoqué une diminution d'intensité manifeste sur les emplacements connus; mais on note la découverte de nouveaux points doryphorés entre Châlons et Saint-Yrieix. Une poussée est reconnue vers le nord aux abords des vallées de la Gartempe (Saint-Ouen) et de la Vienne (Aixe, Saint-Junion, Javerdat, Rochechouart). Cette tache de Rochechouart déborde en Charente. Non loin de Saint-Yrieix, on découvre en Corrèze un second foyer (Ségur).

Les insectes nuisibles à la Pomme de terre autre que le Doryphora n'ont donné lieu qu'à de rares signalements. Les attaques des Taupins paraissent toutefois avoir été assez fréquentes notamment dans les départements bretons, les Hautes-Pyrénées, l'Allier, etc...

Betteraves. — La Mouche de la Betterave (*Pegomyia hyoscyami* Panz.) s'est montrée très nuisible. Dans l'Eure, notamment, il nous a été signalé qu'au moment du démariage, alors que la Betterave avait 6 à 8 feuilles (10 centim. de long environ) la larve de la mouche faisait déjà son apparition, rongeant presque totalement le parenchyme des feuilles. Il suffisait de deux ou trois jours pour aboutir au dessèchement et à la disparition des feuilles. Les larves étaient si nombreuses que, se voyant privées de nourriture, elles cheminaient sur le sol, et l'on considérait dans le pays cette invasion comme une catastrophe. Il est à remarquer qu'en général l'attaque de la première génération a été regardée comme la plus redoutable. Dans la Somme et la Seine-Inférieure, l'attaque de la mouche a été aussi très forte; dans ce dernier département, on a estimé à 3 ou 4 le nombre des générations au lieu de 2 normalement. Dans le Gâtinais, les Betteraves fourragères et sucrières ont eu à souffrir des dégâts des Silphes (*Silpha opaca* L. et *S. obscura* L.). Les Noctuelles (*Agrotis segetum* Schiff., et espèces diverses) ont dévasté diverses plantations de Betteraves aux environs de Pithiviers (Loiret) et du Mans (Sarthe). En quelques points des départements du Nord, leurs ravages se sont joints à ceux des larves de Taupins.

Des pertes très sérieuses ont été enregistrées par suite des attaques du *Lixus junci* Sch. dans les plantations de Betteraves porte-graines de la région de Vaucluse.

Les Blaniules mouchetés ont été fort nuisibles au printemps dans les champs de jeunes Betteraves, notamment dans la région de Reims. Dans le Pas-de-Calais, les Enchytréides ont été aussi signalés comme attaquant les racines aux premières phases de leur développement. Il n'est pas inutile à cet égard de rappeler que le rôle nuisible des Enchytréides a été fort discuté et certains auteurs estiment que seules les Betteraves nématodées seraient attaquées. La sylvinite à forte dose peut être employée contre ces ennemis de la Betterave à condition de laisser s'écouler plusieurs semaines avant l'ensemencement ou la mise en place.

Cultures industrielles diverses. — Les Houblons, dans l'Est de la France, notamment en Alsace, ont été gravement atteints par une formidable invasion de Tetranyques (*T. telarius* L.) dont la multiplication s'est trouvée favorisée par la sécheresse et les fortes chaleurs. La récolte des cônes a été ainsi très fortement diminuée et la plupart de ceux qui ont été recueillis étaient mal formés, petits et sans valeur marchande. Quelques planteurs ont traité avec la formule à la colle de farine, mais sans résultats très marqués.

Les plantations de Lin dans la Seine-Inférieure (Pays de Caux) ont eu beaucoup à souffrir d'une invasion de chenilles de *Plusia gamma L.*

Une forte multiplication de Chrysomélides s'est faite dans les cultures d'osier de la région de Toulouse : *Phyllodecta vulgatissima L.*, *Phyllodecta vitellinae L.*, *Melasoma populi L.* s'y trouvaient en grand nombre Les arsenicaux, arséniate de plomb, arséniate de chaux, fournissent un moyen facile de combattre les larves et les adultes.

Cultures potagères

Dans les cultures potagères, l'un des faits les plus caractéristiques de l'année en ce qui concerne les ravageurs a été le grand développement pris par la Vanesse du Chardon (*Pyrameis cardui L.*) dont les vols se sont abattus en diverses parties de la France sur les champs d'Artichauts ou de Cardons (1). Les œufs déposés par les Papillons donnèrent naissance à une multitude de chenilles dont les dégâts furent notés surtout dans la Gironde (Médoc), le Gard, le Vaucluse, la Drôme, le Finistère, le Var, les Alpes-Maritimes. A Pertuis (Vaucluse) on signala une plantation d'Artichauts de 3.000 mètres carrés complètement ravagée par les chenilles de *Pyrameis cardui*. Le même Insecte a causé un préjudice grave aux producteurs d'Artichauts de la région de Roscoff (Finistère). Les pulvérisations de nicotine à 2 pour mille ont été employées; on a fait usage aussi d'arséniate de chaux pour les jeunes plants non encore parvenus à l'âge de rapport.

Un Lépidoptère de la famille des Cossides dont il a été peu question dans notre pays, l'*Hypopta caestrum*, a causé une certaine alarme dans les régions méridionales où l'on fait d'importantes cultures d'Asperges (2). Les chenilles de cet Insecte se sont montrées en particulier nombreuses dans les plantations des régions de Pertuis et d'Apt (Vaucluse) et de Collobrières (Var). Elles vivent en colonies à l'intérieur des tiges ou des racines de l'Asperge et aussi à l'extérieur dans le sol les avoisinant; dans ce der-

(1) J. Meilhan : Sur la Vanesse du Chardon (*Pyrameis cardui L.*), parasite de l'Artichaut (*Rev. de Zool. agric. et appliquée*, novembre et décembre 1928).

(2) P. J. Joessel : Quelques maladies et insectes de l'Asperge (*Le Réveil agricole*, 9 décembre 1928, p. 369).

nier cas, elles se font remarquer par les grands fourreaux de soie dont elles revêtent leurs galeries. Arrivées au terme de leur croissance (environ 5 centimètres), elles se tissent de longs cocons cylindriques mesurant jusqu'à 8 centimètres dans lesquels elles se transforment en chrysalides pour se métamorphoser au printemps. Le paradichlorobenzène, le sulfure de carbone, le sulfocarbonate de potasse ont été proposés pour combattre ces ravageurs de l'Asperge.

La Mouche de l'Asperge (*Platyparea poeciloptera* Schrk.) et les Criocères se sont montrés toujours fort nuisibles. Toutefois, les conditions s'améliorent notablement dans les endroits où les traitements appropriés se généralisent. Dans la vallée de la Loire, de sérieux efforts sont faits à cet égard.

La Teigne des Poireaux (*Acrolepia assectella* Zell.) en forte décroissance dans la région de Rouen est au contraire particulièrement abondante dans la vallée de la Loire (région orléanaise): le vol des papillons s'étant prolongé très tardivement, la culture par plantation de caieux n'a pas donné de meilleurs résultats que la multiplication par le semis. Cette Tinéide a été signalée aussi comme ayant causé des dommages sérieux dans toute la région bordelaise.

La Teigne des Choux (*Plutella maculipennis* Curtis) a causé des pertes importantes dans les semis de Choux dans la région de Castres (Tarn) une grande partie de la vallée du Rhône.

Cortyna (*Hydroecia*) *xanthenes* Germ. ou Noctuelle de l'Artichaut a fait dans les plantations d'Artichauts de Provence des dégâts très sensibles.

Une autre Noctuelle, *Laphygma exigua* Hb., a été signalée comme fort nuisible dans certaines exploitations des Alpes-Maritimes, les chenilles s'attaquant à la fois à de nombreuses plantes alimentaires ou ornementales.

Les Piérides ainsi que les Altises ont fait de grands ravages dans les plantations de Choux des Deux-Sèvres.

L'attention a été attirée à nouveau sur la très grande attraction qu'exercent les Capucines sur les Piérides. Dans un champ de Choux, il suffirait de pulvériser du jus de cette plante sur un Chou pour concentrer une multitude de Piérides en ce point et déterminer leur ponte (1).

Les dégâts de la petite Chrysomèle du Cresson (*Phaedon cochleariae* F.) dans les cressonnières de la région viennoise ont été signalés (L. Falcoz) : tous les ans d'ailleurs ce Coléoptère cause des pertes sérieuses dans l'Isère et sur de nombreux points où le Cresson est largement cultivé. Le moyen de défense employé consiste à inonder fréquemment le Cresson, dès que

(1) H. Lapédagne : Défendons nos choux (*Revue Gén. d'Hortic.. Cultures fruitières*. Paris, mai 1928, p. 993).

les larves se montrent un peu nombreuses. Celles-ci se détachent alors de la plante nourricière, viennent flotter à la surface et sont entraînées par le courant; elles viennent s'accumuler en des points où l'on a disposé en travers des filets spéciaux en forme de poches.

Les Scorsonères ont été très parasités par les Nématodes (*Heterodera radicicola* Müll.) dans diverses régions, notamment dans la Meurthe-et-Moselle. Des Céleris attaqués par le même *Heterodera* nous sont parvenus des Pyrénées-Orientales.

Cultures fruitières

Les Hyponomeutes, peu nombreux dans le bassin de la Garonne, ont été par contre très abondants sur Pommiers dans le bassin du Rhône et sur le Plateau Central; leurs attaques ont, en outre, particulièrement éprouvé les Amandiers de la vallée de la Durance, notamment près de Pertuis.

La Phalène hiémale s'est multipliée en excès dans l'Est de la France, notamment dans la région de Nancy sur les Cerisiers et les Mirabelliers.

Dans beaucoup de régions, la rareté des fruits a mis obstacle à la multiplication des Carpocapses. Dans la vallée du Rhône, elles ont été pourtant assez abondantes pour permettre de faire des expériences de traitement concluantes sur l'emploi des pulvérisations arsenicales (Paillot). Dans certaines plantations de cette région on a compté jusqu'à 90 % de poires verreuses.

Les grosses chenilles lignivores des Cossus (*Cossus ligniperda* F.) ont causé un très grave préjudice à certaines plantations de Pêchers de la région du Rhône.

Dans l'Yonne, une très violente attaque des chenilles d'une Tinéide, *Argyresthia ephippella* Fab., s'est produite au printemps sur les bourgeons et les boutons floraux des Cerisiers. Les chenilles évident aussi les très jeunes fruits et cette année, dans les ceriseraies de l'Yonne, elles ont détruit 75 % à 80 % de la récolte. Arrivées au terme de leur croissance, elles se tissent, pour se transformer, des cocons formés d'un fin réseau de soie blanche. Des essais de traitement par poudrage avec un mélange de paradichlorobenzène trituré avec des cendres tamisées ont été effectués et ont eu une action marquée. Nous avons aussi constaté la présence abondante de l'*Argyresthia ephippella* Fab. sur les Cerisiers aux environs de Paris, mais surtout en 1927.

L'*Aglaope infausta* L. ou Zygène malheureuse (1) a aussi dans la même

(1) Envoyée à plusieurs reprises à la Station Entomologique, ainsi que l'espèce précédente, en vue de leur identification et de leur étude biologique, l'*Aglaope infausta* a donné lieu à diverses notes et travaux. Voir notamment : J. Vercier. La nouvelle chenille des Cerisiers dans l'Yonne. (*Revue Horticole*, 16 avril 1926), et A. Douence. La Zygène paresseuse ou la Malheureuse (*Revue Générale d'Hortic., Cultures fruitières*, Paris, décembre 1928, p. 1099).

region attaqué les Cerisiers. Ce n'est que depuis deux ou trois ans que les chenilles de cet Insecte sont signalées comme causant des dégâts importants dans les grandes ceriseraies de la prairie de Champs (Yonne). La lenteur des mouvements de cette chenille lui a valu dans le pays le nom de Zygène paresseuse. Les arsenicaux et la nicotine se montrent efficaces.

La Teigne du Figuier (*Simaethis nemorana* Hüb.) a éveillé l'attention dans le Midi de la France en raison de son excessif développement.

Dans les grandes plantations de Cassis de la Côte-d'Or (région d'Ançay) une Tinéide, l'*Incurvaria capitella* Cl., a pris un développement inquiétant. Connu déjà par ses dégâts sur les végétaux du genre *Ribes* dans l'Europe du Nord, notamment en Norvège, en Hollande et en Angleterre, cet Insecte nous a été adressé en 1927 et en 1928 de la Côte-d'Or. D'après les auteurs qui l'ont étudié à l'étranger (Theobald, Tullgren, Chapman, etc...), les chenilles encore incomplètement développées et qui sont alors d'un rouge orangé hivernent dans de très petits fourreaux de soie blanche fixés aux rameaux; elles en sortent à la fin de l'hiver où au début du printemps pour pénétrer dans les bourgeons, passent souvent de l'un à l'autre en rongeant les jeunes feuilles et les boutons floraux, puis pénètrent dans la moelle de la jeune pousse dont le sommet ne tarde pas à se flétrir. Au début de mai, elles se transforment en chrysalides brunes dans un cocon de tissu lâche fixé entre les feuilles ou contre un rameau. Au milieu de mai se fait la métamorphose en papillon; celui-ci va pondre sur les jeunes fruits des *Ribes*. Les chenilles, pendant leur premier développement, rongent l'intérieur des baies ou détruisent les graines ; les baies attaquées se colorent et mûrissent prématurément : c'est alors que les jeunes chenilles, après leur sortie des baies, se tissent un fourreau dans lequel elles restent sans se nourrir pendant tout le reste de l'année et la saison hivernale pour reprendre seulement leur activité et leur croissance l'année suivante. Certains points de cette histoire biologique de l'*Incurvaria* devront d'ailleurs être contrôlés ou précisés dans notre pays.

L'Anthonome du Pommier (*Anthonomus pomorum* L.) paraît avoir été en général peu abondant en Normandie et en Bretagne. On a pourtant signalé ses dégâts dans l'Orne sur les Pommiers de première saison et dans les Côtes-du-Nord. Dans la Sarthe, il a causé des pertes sérieuses sur les arbres ayant fleuri en mai.

L'Anthonome du Poirier (*Anthonomus cinctus* Redt.) fait chaque année près d'Orléans d'assez sérieux dégâts.

Dans l'Yonne et divers départements du centre où la culture du Framboisier a une extension importante, la récolte a été très fortement diminuée par les attaques du *Byturus tomentosus* Fab.; à l'état adulte ce Coléoptère ronge les inflorescences et à l'état larvaire, il constitue le ver des framboises. L'arséniate de plomb est efficace, mais ne peut être recom-

mandé que d'une façon précoce avant la floraison pour détruire les Insectes adultes. Le ramassage des adultes en mai et juin peut être aussi pratiqué. La taille et l'élagage largement effectués entraînent la destruction d'un bon nombre de pupes.

Un Bupreste, le *Coraebus sinuatus* Ol., nous a été envoyé du midi de la France (région de l'Estérel) où il ravageait des plantations de Fraisiers de plusieurs communes. La larve de ce Bupreste mine les racines des Fraisiers; elle a d'ailleurs été déjà observée dans les racines de *Fragaria, Agrimonia, Poterium*, etc. (1). Depuis deux ans, les plantations de Fraisiers de la région limite entre le Var et les Alpes-Maritimes périclitaient sous l'influence des attaques réitérées du Bupreste. En 1928, l'invasion a pris le caractère d'une véritable catastrophe sur laquelle M. Boischot a attiré notre attention. La seule commune de Tanesson qui produit en temps normal près de 100.000 kilos de fraises n'en a pas récolté 20.000 en 1928. Le paradichlorobenzène paraît être le moyen de lutte le mieux approprié. Il est à noter que les plantations envahies se trouvent en général avoir été faites au milieu de bois de pins dans des forêts incendiées.

L'*Anthonomus rubi* Herbst a fait en 1928 sur les Fraisiers de la région lyonnaise des dégâts plus importants que de coutume.

Le Bupreste noir des arbres fruitiers (*Capnodis tenebrionis* L.) a exercé de sérieux dégâts sur les Pêchers du Var. Les Cerisiers, les Pruniers, les Abricotiers sont aussi fréquemment atteints; les Pommiers et Amandiers n'en souffrent qu'à un moindre degré. Les larves du même Insecte ont aussi été observées en nombre au collet et sur les racines de jeunes Abricotiers de la région d'Avignon. Rappelons que le chloryl (paradichlorobenzène) à la dose de 25 à 30 grammes par arbre, en évitant le contact direct avec le tronc et les racines, permet de lutter contre ce ravageur.

La Mouche des Cerises (*Rhagoletis cerasi* L.) présentant un intérêt d'actualité en raison des mesures prises par le Gouvernement anglais pour éviter l'introduction de cet Insecte en Grande-Bretagne a fait l'objet de diverses études (2). Elle a été d'ailleurs peu abondante dans la plupart des régions fruitières en 1928; ce qui s'explique dans bien des cas par la rareté des fruits eux-mêmes. Dans l'Orléanais, il a été noté que la Mouche s'était portée en grand nombre sur les Merisiers très répandus le long des routes et où elle était attirée par le miélat que rejetaient d'innombrables colonies de *Myzus cerasi* F. ce qui suggéra à L. Galmont l'idée d'empoisonner les Mouches par des pulvérisations toxiques sur ces Merisiers.

Des dégâts importants ont été causés aux pêches tardives par les lar-

(1) Falcoz: *Bulletin de la Société Entomol. de France*, 1922, p. 124-125; *Annales de la Soc. Entomol. de France*, Tome 92, année 1923, p. 247-252; pl. 3, 2 fig.

(2) Voir notamment : Verguin (J.). — La Mouche des cerises (*Rhagoletis cerasi* L.). (*Rev. de Zool. agr. et appliquée*, Bordeaux, 1928, p. 17-36).

ves de *Ceratitis capitata* Wied. dans la vallée du Rhône et la région lyonnaise. Jusqu'ici, ce Diptère n'avait pas été nuisible aussi loin vers le Nord dans cette vallée. Aux environs d'Avignon sa présence abondante a été reconnue dans les pêches et les poires; une attaque plus faible avait eu lieu déjà en 1926 et 1927. La même Mouche des fruits a pris un développement plus grand que de coutume dans les Pyrénées-Orientales où beaucoup de pêches contenaient des larves de cet Insecte. On lutte efficacement contre ces *Ceratitis* par les appâts empoisonnés déposés dans des godets suspendus aux arbres. La formule couramment employée en Australie contre cet Insecte est la suivante :

Son	2.000 gr.
Arséniate de plomb	200 gr.
Mélasse	120 gr.
Eau	20 litres

Une forte pullulation du Puceron lanigère favorisée par un temps chaud prolongé a été notée dans la région parisienne, en Normandie, dans le Bordelais.

Le Puceron vert du Pêcher (*Hyalopterus pruni* F.) a continué ses dégâts dans la vallée du Rhône et la région lyonnaise. Les dommages causés par le Puceron noir (*Anuraphis amygdali* Buckt.) ne dépassent pas ceux d'une année normale. Quant au *Myzus persicae* Sulz., peu remarqué encore il y a quelques années, son extension est toujours en progrès; comme l'espèce précédente, il se multiplie surtout peu après le départ de la végétation, alors que le Puceron vert commet ses dégâts principalement au cours de l'été (Paillot).

Le *Hyalopterus pruni* F. constitue aussi un gros obstacle à la culture du Pêcher dans la Corrèze.

Les dégâts causés sur les prunes par le Ver cordonnier (larves d'*Hoplocampa fulvicornis* Klug.) ont été très notables au printemps dans le Sud-Ouest notamment à Villeneuve-sur-Lot, Castillones et Seyches (Feytaud).

La Tenthrède limace (*Eriocampoides limacina* Retz.) s'est signalée par sa fréquence notamment en Normandie et dans la vallée de l'Oise.

Les Tenthrèdes des Groseilliers qui avaient été abondantes en 1927 en beaucoup de points paraissent plutôt en régression. Une étude biologique sur ces Tenthrèdes des Ribes (*Pteronus ribesii* Scop., *Pristiphora pallipes* Lep., etc.) est parue en 1928 (1). Les Tétranyques, en raison de la chaleur et de la sécheresse persistantes au cours de l'été, ont été favorisés dans leur multiplication et beaucoup d'arbres ont eu à en souffrir.

(1) R. Harduin : Observations biologiques sur deux espèces phytophages ennemies des Groseilliers (*Miscellanea entomologica*; xxxi, n° 7, 1928).

La question des traitements d'hiver pour les arbres fruitiers (choix des formules, mode et époque d'application) a été étudiée et traitée par F. Willaume (1).

Vigne

L'arrêté du 25 février 1928 autorisant l'emploi des sels arsenicaux insolubles jusqu'au début de la véraison a permis d'entreprendre la lutte contre les principaux ennemis de la Vigne et en particulier contre l'Eudémis (*Polychrosis botrana* Schiff.) et la Cochylis (*Clysia ambiguella* Hübn.) dans des conditions beaucoup plus favorables.

D'ailleurs, dans beaucoup de vignobles et notamment dans tout le midi de la France, les facteurs naturels paraissent avoir été assez contraires à une grande multiplication de ces Insectes. Dans le vignoble méridional, les dégâts causés par la première génération de l'Eudémis ont été presque nuls et ceux de la seconde de faible importance. La troisième génération ne s'est guère développée qu'au centre des grappes et par conséquent d'une façon peu apparente, mais en quantité suffisante pour constituer encore une menace pour le printemps de 1929.

Une grande diminution des deux Microlépidoptères de la grappe a été aussi constatée en Champagne où la lutte, il est vrai, avait été remarquablement organisée, grâce à la constitution des Syndicats viticoles, mais où la récolte fut bonne même dans les parcelles non défendues par les traitements (2). Faible abondance encore de la Cochylis et de l'Eudémis dans la plupart des grands vignobles du Sud-Ouest, du Beaujolais, du bassin du Rhône; la chaleur et la sécheresse excessive des mois de juillet et d'août sont considérées en général comme les causes principales de cette régression.

Il est bien curieux de voir la décroissance de ces ravageurs être signalée en 1928 non seulement dans toutes nos grandes régions viticoles de France mais s'étendre jusqu'à l'Algérie où le Service de Défense des cultures (P. Delassus) fit ressortir que dans la très grande majorité des vignobles les dégâts causés par les chenilles d'Eudémis étaient presque nuls. Dans ce pays, le rôle modérateur a été attribué principalement aux Insectes auxiliaires notamment aux Hémérobes et aux Hyménoptères parasites (*Dibrachys boucheanus Ratz.*)

Des dégâts causés par l'Eudémis ou la Cochylis ont pourtant été signalés dans la Meurthe-et-Moselle, dans l'Orléanais et la vallée de la Loire (surtout les treilles et les vignobles voisins des habitations, qui n'ont pas été endommagés par les gelées de printemps).

(1) *Revue Gén. d'Hortic. Cultures fruitières*, Paris, janvier 1928.
(2) G. Chappaz : La lutte contre la Cochylis dans la Marne en 1928, Epernay, 1929.

Partout où les dégâts sont observés, c'est presque exclusivement l'Eudémis qui est en cause : la substitution de l'Eudémis à la Cochylis est un fait qui se généralise d'année en année et qui tend à se réaliser même dans le viguoble d'Alsace. L'Eudémis est signalée jusque dans l'Eure et dans la Seine-Inférieure au sud de Rouen (treilles).

La question du polyphagisme de l'Eudémis a fait l'objet de nouvelles et intéressantes communications (1). L'attention a été attirée sur le rôle important que joue depuis quelques années en Rhénanie l'emploi des poudrages arsenico-cupriques (vert de Schweinfurth ou acéto-arsénite de cuivre vendu sous différentes appellations commerciales en Allemagne). Mais il faut observer que l'usage de l'arséniate de plomb n'a pas été jusqu'ici autorisé en Allemagne et que toute la viticulture du Palatinat demande actuellement l'emploi des produits arsenico-plombiques. C'est donc, faute de mieux, semble-t-il, que sont employés en Allemagne les poudrages arsénico-cupriques.

En Suisse, en Autriche, en Tchécoslovaquie, en Roumanie, les traitements aux arséniates de plomb ou de chaux gagnent aussi beaucoup de terrain.

D'après certaines observations de E. Marre (2), l'addition de sel aux bouillies cupriques pourrait donner des résultats intéressants contre l'Eudémis et la Cochylis (1 kilo 500 de chlorure de sodium pour 2 ou 3 kilos de sulfate de cuivre par hectolitre de bouillie bordelaise). Cette méthode ne peut être mise en pratique qu'en prenant de sérieuses précautions en raison des brûlures que cause le sel sur les jeunes pousses; en outre, il faudra de nouvelles expériences avant de pouvoir se prononcer sur son degré d'efficacité.

La Pyrale de la Vigne (*Œnophtira pilleriana* Schiff.) avait fait peu parler d'elle depuis de nombreuses années dans la région méridionale. En 1928, elle y est réapparue en assez grand nombre, cette recrudence ayant été peut-être en rapport avec les gelées de printemps (3). Une extension de la Pyrale a été remarquée d'autre part depuis environ trois ans dans la Côte-d'Or et dans le Beaujolais : les dégâts causés dans certains districts entre Villefranche et Mâcon ont été considérables. On note aussi depuis plusieurs années sa recrudescence en Champagne où elle a causé cette année une assez vive alerte en de nombreux points de la vallée de la Marne et sur la montagne de Reims.

(1) Balachowsky (A.) : Notes sur la biologie de l'Eudémis (*Revue Agricole de l'Afrique du Nord*, 1928).

Grassé (Pierre P.) : Eudémis et plantes sauvages (*Progrès agricole et viticole*, 1928, p. 541-544).

(2) *Le Cultivateur du Sud-Centre*, 5 août 1928.

(3) D'après L. Ravaz (*Progrès agr. et vitic., Montpellier*, 1921, p. 596).

La Pyrale de la Vigne s'est montrée également abondante dans les Charentes où depuis une cinquantaine d'années il n'en était plus guère question; elle a occasionné d'autre part des dommages dans le vignoble nantais et un foyer a été signalé à Mareuil-sur-Lay en Vendée.

Les chenilles des Sphinx (*Deilephila livornica* Esp.) ont causé des dégâts notables dans quelques vignobles du Var aux environs de Draguignan. Les traitements arsenicaux ont donné des résultats satisfaisants, comme il en avait été d'ailleurs lors de l'invasion de 1920 [Bernès].

Un ennemi de la grappe qui n'avait pas encore été signalé en France a fait son apparition en Champagne (1) : il s'agit d'une Cécidomyie, *Contarinia viticola* Rübs., qui était déjà connue dans les vignobles allemands (Rhénanie). Sa larve vit à l'intérieur des boutons floraux qui se trouvent légèrement déformés et hypertrophiés (plus longs que larges); ils dépassent ainsi les boutons voisins, prennent une coloration variant du vert au brun-rouge, puis se flétrissent en restant clos et finissent par tomber. Les larves qui peuvent être au nombre de 2 à 6 dans un bouton, après avoir abandonné ce dernier s'enfouissent dans le sol où elles s'entourent d'un cocon pour y passer à l'état de repos jusqu'au printemps suivant. Les soufrages, les pulvérisations et poudrages à base de nicotine ou de pyrèthre sont à conseiller.

Les invasions d'Altises qui menaçaient au printemps certains vignobles du Sud-Ouest (Médoc, Blayais) ont été ensuite naturellement enrayées sans que les facteurs déterminants aient été nettement précisés.

Une multiplication assez grande du *Malacosoma lusitanicum* L. a été notée dans un vignoble du Sauternais; c'est d'ailleurs un Insecte assez polyphage et on a remarqué dans la même région son attaque sur diverses plantes et en particulier sur les fleurs d'Anthémis.

Dans les Alpes-Maritimes, notamment aux environs de Menton, le *Vesperus strepens* F. paraît en recrudescence et ses larves s'attaquent aux racines des jeunes plants de Vigne, ainsi qu'à diverses plantes cultivées ou sauvages.

Le Termite lucifuge (*Reticulitermes lucifugus* Rossi) a été remarqué dans un grand nombre de vieux ceps aux environs de Pomerol, où il paraît avoir augmenté beaucoup la mortalité des Vignes.

Arbres forestiers et arbres d'alignement

Les chenilles processionnaires du Pin se montrent relativement plus abondantes en 1928 dans l'ensemble de la forêt gasconne. Leurs dégâts sont aussi signalés dans les reboisements de Pins de la Lozère et de divers départements du Centre.

(1) P. Vayssière : *C. R. Acad. d'Agric.*, 1928, p. 906.

Les Pins maritimes des environs de Bordeaux ont toujours à souffrir de l'attaque de la *Dioryctria splendidella* Hb.

L'*Hylobius abietis* L. a causé de gros dégâts dans les jeunes plantations de Pins maritimes (Gironde, Landes).

Les Scolytides, surtout les Bostriches (*Ips*) montrent toujours une dangereuse activité dans la forêt de Montargis.

Dans la vallée du Rhône, les Ormes ont été en beaucoup de points très ravagés par la *Galerucella luteola* F.; vers la fin de juillet, la plupart des Ormes présentaient un aspect hivernal. Au début de l'automne une nouvelle émission de feuilles s'est produite par départ anticipé des bourgeons et vers le milieu de décembre on pouvait aux environs d'Avignon voir les Ormes offrir un aspect printanier. M. Joessel constate depuis 1924 chaque année une fréquence plus ou moins grande de cet Insecte qui constitue une grave menace pour la longévité des beaux Ormes des parcs et jardins publics de la région d'Avignon. Les plus fortes invasions pendant cette période ont été celles de 1924 et 1928. Il a été noté qu'en octobre les Insectes parfaits pouvaient, dans certains locaux où ils cherchaient un abri pour hiverner, se ramasser par kilos.

Cultures d'ornement et florales.

Dans les départements méridionaux notamment dans la région d'Avignon, les Cétoines (surtout *Cetonia stictica* L. et *C. hirtella* L. et à un moindre degré *C. aurata* L.) se sont montrées fort nuisibles dans les jardins en dévorant les fleurs; Roses et Iris ont eu surtout à souffrir et les variétés à teintes claires auraient été les plus atteintes. [Joessel et Bordas.]

On se plaint toujours dans la région de Grasse (Alpes-Maritimes) du grave préjudice causé par le *Coraebus rubi* L. aux cultures de roses à parfum; à Antibes, les serres de Rosiers sont aussi très exposées à ses ravages. Aux mêmes endroits les chenilles de *Pterophorus rhododactylus* F. jointes à celles de diverses Tortricides ont amoindri la récolte des roses. Un gros Charançon, le *Brachycerus undatus* F. a été très abondant à Grasse dans certaines plantations de Jonquilles et les bulbes ont été en grand nombre percés par les larves. A mentionner aussi un Curculionide d'origine américaine, le *Pantomorus Godmani* Crotch signalé par le docteur Clerc à Cavalière (1) (Var). Cet Insecte peut se multiplier sur de nombreuses plantes d'ornement et même sur des plantes de cultures diverses et doit être l'objet d'une surveillance attentive. Il a d'ailleurs été déjà accidentellement introduit dans divers pays (Afrique du Nord, Espagne, Ligurie, Sicile) et s'est montré nuisible à diverses cultures en Sicile.

(1) Clerc (Antonin). — A propos du *Pantomorus Godmani* (Crotch.) (*Bulletin Soc. Entom. de France*, 1928, p. 290.)

Les cultures de *Ruscus* à Antibes ont été en but à de violentes attaques des *Otiorhynchus sulcatus* F. et *meridionalis* Gyll.

De très nombreux foyers d'*Icerya purchasi* Mask. sur Mimosas et arbustes d'ornement divers ont été signalés dans toute la région méditerranéenne et ils ont été combattus par des envois de *Novius cardinalis* Muls. adressés de Menton ou d'Antibes. Dans le Sud-Ouest, le foyer d'*Icerya* signalé antérieurement à Bergerac n'est pas encore disparu; celui de Léognan est éteint et un autre foyer plus étendu est reconnu à Bayonne.

Dans la région de Toulon, les cultures d'Immortelles ont été endommagées sur de grandes surfaces par les chenilles de la Vanesse du Chardon (*Pyrameis cardui* L.). Au Congrès des Chrysanthémistes tenu à Biarritz en 1928 on a signalé l'extension d'une chenille sérieusement nuisible aux Chrysanthèmes, celle du *Chloridea* (*Heliothis*) *peltigera* Schiff. Ses dégâts ont été importants dans la région de Limoges.

Des attaques assez fortes de la Cecidomyie des Violettes, *Perrisia affinis* Kieffer, se sont manifestées dans le Midi, notamment dans les grandes cultures de Grasse. Parmi les plus atteintes, sont les Violettes Victoria. Les Violettes de Parme sont beaucoup moins facilement envahies. Le mal paraît d'ailleurs cette année en décroissance sur l'année précédente; c'est aussi ce qui a été observé dans d'autres régions où la Cécidomyie a fait le plus de tort dans ces dernières années et notamment dans l'Orléanais. La grande fréquence de la Cécidomyie des Violettes a été aussi constatée aux environs de Toulouse, de Bordeaux et de Rouen.

Les Anguillules (*Tylenchus dipsaci* Kühn) qui ravagent les bulbes des Jacinthes paraissaient jusqu'à présent ne pas être représentées dans le Midi par la race qui, en Hollande, s'attaque aussi aux Narcisses. Or, dans différentes plantations du Var, on a noté leur présence sur cette culture florale; certains horticulteurs estiment qu'elle doit remonter à deux ou trois ans.

Hannetons.

1928 a été l'année de vol des Hannetons pour la plupart des départements français. Dans la région parisienne, les éclosions ont été généralement moins nombreuses qu'au vol précédent de 1925, ce qui paraît en rapport avec l'humidité anormale de la période intermédiaire. La ponte a été aussi gênée par l'excès d'eau et à cet égard des observations intéressantes ont pu être faites par P. Marié sur l'attraction des surfaces restées relativement sèches sur les femelles au moment de la ponte (1).

(1) P. Marié. — Les Hannetons en 1928 dans la région parisienne (*Rev. Path. Veg. et Entomol. agric.*, XV, p. 152-156, 1928).

Le hannetonnage a été largement organisé dans l'Aisne, l'Orne, les Ardennes, le Loiret, etc.

Il convient de rappeler que la naphtaline brute en poudre répandue sur le sol au moment de la ponte donne de très bons résultats. D'après P. Marié, des terrains traités depuis trois ans ne recèlent plus de vers blancs alors que les terres voisines en sont infestées.

L'épandage de spores de champignons (*Isaria densa*, *Isaria farinosa*) a été pratiqué de divers côtés pour la destruction des vers blancs ; mais l'interprétation des résultats a été comme les années précédentes fort diverse suivant les expérimentateurs, et il est regrettable que ceux qui ont avancé des résultats positifs et satisfaisants ne se soient pas placés dans des conditions expérimentales permettant d'éliminer l'hypothèse fort vraisemblable de la contamination naturelle (1).

Vertébrés nuisibles

Mammifères (2). — Les Campagnols ont abondé en 1928 dans la plupart des régions sujettes à leurs invasions. Une grande pullulation a eu lieu pendant l'hiver 1927-1928, puis après les traitements qui eurent raison de nombreux foyers, il y eut, en beaucoup de points, reprise de la multiplication et des dégâts à la fin de l'été ou en automne.

Les départements les plus atteints ont été le Nord, les Ardennes, l'Aisne, la Somme, l'Oise, le Pas-de-Calais, le Calvados, l'Eure, l'Eure-et-Loir, le Loiret, l'Yonne, la Marne, les Deux-Sèvres, la Vienne. Des dégâts importants mais plus localisés ont été aussi signalés dans la Moselle, le Bas-Rhin, l'Aube, la Côte-d'Or, le Cher, l'Indre-et-Loire, la Charente-Inférieure, l'Isère (parties montagneuses), Basses-Pyrénées (vallée d'Ossau, région d'Oloron).

De nombreux syndicats de défense ont été constitués et la lutte a été rendue obligatoire par arrêtés des préfets dans divers départements. Elle a été basée sur l'emploi des virus, des appâts empoisonnés (strychnine, arsenic, spécialités commerciales, campagnolicides), des gaz toxiques (anhydride sulfureux, cyanure de calcium). Voir les Rapports sommaires sur les travaux de la Station entomologique de Rouen et de la Station des Vertébrés utiles et nuisibles de Versailles, p. 498.

La fabrication des virus pour la Normandie, la Somme et l'Oise a été assurée par la Station d'entomologie et de zoologie agricole de Rouen, pour

(1) Voir notamment : *Revue des Agriculteurs de France*, 1928, p. 129-131.

(2) Voir en outre le Rapport de A. Chappellier sur les Travaux de la Station des Vertébrés (Versailles), à la page 481 du présent volume des *Annales*, et le Rapport de R. Regnier sur les travaux de la Station entomologique de Rouen (page 498).

le Nord par l'Institut Pasteur de Lille, pour le Haut-Rhin et le Bas-Rhin, par les laboratoires du Centre de Colmar.

En présence des invasions généralisées, les meilleurs résultats sont dus à la méthode combinée des appâts empoisonnés et des virus. Pour les taches localisées c'est l'emploi des gaz qui paraît le plus indiqué.

Le rôle éminemment utile de l'Effraie (*Strix flammea*), dans la lutte contre les Campagnols a été bien mis en valeur par les observations de M. Guérin sur son régime alimentaire (1).

Le Congrès international du Rat s'est tenu à Paris du 16 au 22 mai (Voir p. 480).

Oiseaux. — Voir le Rapport sommaire sur les travaux de la Station des Vertébrés de Versailles (p. 481).

III. — MALADIES NON PARASITAIRES ET MALADIES CAUSÉES PAR DES PARASITES VÉGETAUX

Situation météorologique en 1928

Au coup de froid intense de décembre 1927, succède un temps qui se maintient doux et humide, pendant les mois de janvier et février 1928. Des gelées en mars, avril et même en mai, mois qui sont d'ailleurs pluvieux. Le mois d'avril a présenté dans le Nord de la France une pluviosité qui dépasse ce qu'on avait jamais observé dans cette contrée à pareille époque.

En mai, les basses températures, et le ciel couvert retardent la végétation, et nuisent au cours de celle-ci. Des gelées, survenues du 10 au 12 de ce mois, déterminent des dégâts dans certaines régions.

La brusque apparition de la chaleur, à la fin de mai, favorise grandement la reprise de la végétation, que stimulent les températures élevées du début de juin. Malheureusement, de nombreux orages causent des dégâts, çà et là. Le régime de temps beau et sec persistera durant tout l'été, entraînant une sécheresse à laquelle les orages d'août ne mettront pas toujours fin.

M. A. Sanson, Ingénieur-agronome, Chef du Service de la Climatologie à l'Office National Météorologique, écrit ce qui suit : « A l'exception des mois d'octobre et de novembre 1927, les autres saisons de l'année agricole 1927-1928, ont été très défavorables pour les cultures : coup de froid intense de décembre 1927, douceur et humidité anormales de janvier et février 1928, gelées de mars, avril et mai, aggravées en avril par une pluviosité extraordinaire dans le Nord de la France (c'est le mois d'avril le

(1) L'Effraie commune en Vendée, Fontenay-le-Comte, 1926.

plus pluvieux qu'on y ait jamais observé), et subitement en juin, arrivée de la sécheresse (1). »

Ce n'est qu'à la fin de septembre et surtout en octobre que surviennent les pluies copieuses.

Accidents déterminés par le froid

Effets des gelées de l'automne 1927

Les froids de décembre 1927 exercent de grands dégâts sur les Blés. Des centaines de milliers d'hectares sont plus ou moins détruits et doivent être refaits.

Les régions atteintes sont surtout celle de Paris, le Centre et l'Est. Le Nord bénéficie d'une légère couche de neige qui a assuré une protection suffisante des cultures.

En étendue, les dégâts sont surtout importants dans les zones betteravières, c'est-à-dire là où l'on sème les Blés à gros rendements : Hâtif Inversable, Paix, Vilmorin 23, Bon Fermier, Alliés, Wilhelmine, etc... et où la plupart des ensemencements *se font tard en saison.*

Dans l'Est, où la température est descendue plus bas que partout ailleurs que dans le Massif Central, les dégâts sont d'une intensité plus accusée encore, mais d'une étendue relativement restreinte. C'est qu'en effet, d'une part, on y cultive surtout des Blés de Pays, des Blés locaux, infiniment plus résistants au froid que les Blés à grand rendement de la région parisienne, et que, d'autre part, et d'une manière générale, les semailles s'y font surtout en octobre.

Au total, en France, des centaines d'hectares ont dû être labourés d'autres plus nombreux encore, quoique non retournés, ont été fortement éclaircis, d'où déficit important dans la récolte. Les champs clairs ont été envahis par les mauvaises herbes.

Parmi les nombreux auteurs qui ont traité la question des dégâts que le froid a introduit chez les céréales, nous croyons devoir accorder une place spéciale à MM. Crépin, Alabouvette, Méneret, Chevalier, auxquels sont dûs les renseignements précédents et les suivants.

Dans le comportement des emblavures, interviennent, toutes conditions égales, d'ailleurs, deux facteurs principaux qu'il importe de mettre en relief : la nature de la variété et *l'état de développement de la jeune plante au moment des froids.*

(1) Sanson (A.) : La sécheresse de l'été 1928 et ses répercussions sur les principales culture (*Le Bulletin Agricole, Société d'Encouragement à l'Agriculture*, 48e année, n° 1851, pp. 27-29, Paris, novembre 1928).

Note. — Un grand nombre des renseignements qui nous ont servi à l'élaboration de ce rapport ont été puisés dans les rapports des Inspecteurs du Service de défense des Végétaux qui nous ont été très aimablement communiqués par M. Saulnier, auquel nous adressons nos sincères remerciements.

Sur toutes les variétés, on observe une sensibilité du tissu foliaire d'autant plus grande qu'il est plus âgé.

Le tableau suivant indique la quantitié de tissus tués pour 4 et 5 variétés semées le même jour (27 octobre 1927) :

Variétés	Tissus tués (en cm)		
	1re feuille	2e feuille	3e feuille
Alsace (1er groupe)	0 à 0,2	0	0
Raclin 0 (1) (2e groupe)	1	0,2 à 0,5	0
B2 (2) (3e groupe)	2-3	1	
H. I (4e groupe)	3-4	1-2	0 à 0,2
V. 23 (5e groupe)	5-7	3-4	0 à 0,2

A Dijon, les fortes gelées se sont produites dans les nuits des 16-17 (—12°), 17-18 (—14,5°), 18-19 décembre (—13,5°).

Pendant la dernière décade de décembre et en janvier, on assiste à une décoloration des variétés des 3e, 4e, 5e groupes. La décoloration est plus ou moins accentuée et porte sur les portions des feuilles restées vivantes ainsi que sur les feuilles en train de pousser.

Cette décoloration est, d'une manière générale, proportionnelle aux dégâts subis directement par le froid.

Mais, la couleur d'une emblavure, pendant la période de languissement qui suit les gelées de décembre et qui va jusque vers la mi-février, ne saurait être considérée comme un indice de la sensibilité réelle des variétés au froid, ni comme une mesure du déséquilibre physiologique des parties restées vivantes. Cette couleur est évidemment en rapport étroit avec ces deux conditions, mais elle résulte aussi de la couleur spécifique de la variété.

Pour les variétés des deux premiers groupes, l'état de développement des plantes n a aucune influence sur le comportement des emblavures.

Considérons un semis fait le 3 novembre. Au moment des froids, les jeunes plantes ont leur première feuille qui pointe d'environ 3 cm. Le lendemain des froids, on note :

	Tissus tués sur
Alsace 22 (1er groupe)	0-2 mm.
Raclin 9 (2e groupe)	2-3 mm.
B2 (3e groupe)	0,5 cm
Hâtif Inversable (4e groupe)	1,5-2 cm.
Vilmorin 23 (5e groupe)	2 cm.

En se rapportant au tableau précédent, on remarque la parfaite concordance des effets du froid immédiatement visibles sur les deux différentes variétés, aux deux stades de végétation. Donc, pour apprécier la sensibilité

relative des variétés, peu importe leur état de développement, *pourvu qu'il soit le même pour toutes et que le froid soit assez intense.*

Vers fin décembre, la température se relève et la première feuille des Blés, à extrémité gelée ou non, selon les variétés, sort un peu plus de terre. On a l'impression alors qu'aucune variété n'est fortement atteinte et que, toutes les plantes étant vivantes, le froid a fait peu de mal. Malheureusement, à côté de l'effet direct du froid, de l'effet physique, que l'on constate au lendemain de la gelée, il y a un *effet indirect*, lent, insidieux, progressif, qui fait assister à une véritable fonte des emblavures.

Si l'on déterre avec soin les plantes dépérissantes, un examen attentif montre toute la zone de confluence de la tige et des racines, par voie de décomposition, envahie par des microorganismes divers : bactéries et champignons.

Le cotylédon, au lieu d'être blanc jaunâtre et ferme, comme dans les plantules saines, est brun-noirâtre et mou; il est, lui aussi, en voie de décomposition, et il est fort probable que l'altération a commencé par lui

Quand la pourriture a atteint le tissu conducteur, la tigelle est évidemment condamnée à mourir. Si on la tire alors, elle vient avec la plus grande facilité sans offrir de résistance : elle se détache, elle se décolle du reste de la plantule, qui demeure fixé à la terre, par les racines et qui achève de s'y décomposer.

Ce *décollement gangréneux* se produit naturellement sur la plupart des plantules; celles-ci privées d'eau et d'aliment achèvent de se dessécher.

Rappelons qu'à la fin du dégagement de la troisième feuille, on se trouve en présence de deux systèmes de racines; un paquet de racines premières, groupées au voisinage du point d'insertion du cotylédon et à une certaine distance de ce point, les racines de tallage encore appelées racines coronales parce que, par leur nombre, elles ne tardent pas à former une couronne autour du plateau de tallage.

Si, fin janvier, on prélève des plantules victimes du décollement gangréneux décrit plus haut, et qu'on les repique en pressant convenablement la terre autour d'elles, on ne tarde pas à les voir reprendre vie et à constater l'apparition de la deuxième feuille; on a fait du bouturage. Si on les déterre alors, on observe que, du nœud de la première feuille, partent des racines qui alimentent la plantule; celle-ci est ressuscitée.

Tels sont les faits essentiels qui se dégagent du remarquable travail de MM. Crépin, Alabouvette, Méneret, Chevalier, qui ont bien voulu nous communiquer leur étude avant la publication.

Nous regrettons de ne pouvoir donner un résumé, même succinct, des nombreux mémoires, notes ou articles, dont quelques-uns sont intéressants, mais qui sont trop souvent contradictoires et dont les titres figurent dans la liste bibliographique ci-jointe:

ANTHOINE (A.). — Note sur la résistance des Blés à l'hiver (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 23, pp. 456-457, Paris, 7 juin 1928).

CUVILLIER (J.). — Note sur la résistance des Blés à l'hiver (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 17, pp. 329-330, Paris, 28 avril 1928).

DUPONT. — La production des Blés à grands rendements résistants au froid (*C. R. Académie d'Agriculture*, séance du 20 juin 1928).

LACOUDRE : Note sur la résistance des Blés à l'hiver en Brie (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 26, pp. 511-513. Paris, 30 juin 1928).

LALAUMIE (R. DE). — Les Céréales et l'hiver 1927-1928 (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 28, pp. 351-352, Paris, 5 mai 1928).

MAIREAU (C.). — Note sur la résistance des Blés à l'hiver (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 13, pp. 253, Paris, 31 mars 1928).

MOREAU (F.) et DUSSEAU (Mlle A.). — Les méthodes d'étude de la résistance du Blé au froid (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. L, N° 40, pp. 276-280, Paris, octobre 1928).

MOREAU (F.) et DUSSEAU (Mlle A.). — L'étude de la résistance du Blé au froid (*Revue de Botanique Appliquée et d'Agronomie Coloniale*, N° 83, pp. 482, Paris 1928).

SCHRIBAUX. — Les Blés et le froid à la Station d'Amélioration de Dijon (fondation de la compagnie P.-L.-M.) (*C. R. Académie d'Agriculture*, pp. 230, séance du 15 février 1928).

THIROUIN (E.). — Nouvelles observations sur la résistance des Blés à l'hiver. (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 19, pp. 370-371, Paris, 12 mars 1928).

THÉLAUT (B.). — Blés et gelées de décembre 1927 (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 28, pp. 29-30, Paris, 14 juillet 1928).

TROUPEAU-HOUSSAYE (Jean). — De la résistance des Blés à l'hiver 1927-1928 sur le domaine de Bouilleaume (Oise). (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, pp. 436-437, Paris, 2 juin 1928).

b) GELÉES DE PRINTEMPS

Les gelées sévissent en mars dans une grande partie de la France.

Elles ne causent pas de dégâts aux céréales, mais atteignent les fleurs des arbres à noyaux (Mayenne), endommagent les Pommes de Terre et Primeurs dans la région littorale des Côtes-du-Nord.

Des gelées (12-13 mars) puis (18-19 mars) affectent les vignobles de Charente-Inférieure. Elles attaquent les boutons non encore éclos et déterminent un débourrement irrégulier (1).

Une gelée survenue le 12 mars dans le Midi ne paraît pas avoir atteint gravement les bourgeons d'Aramon, qui évoluent depuis le 15 mars. D'après M. RAVAZ, de la Gironde à l'Aude et de l'Aude en Provence, les gelées ne frappent que les vignes les mieux abritées. Elles atteignnt les bourgeons les plus avancés. Dans l'ensemble, les dégâts sont peu importants. Les yeux en retard remplacent les disparus (2). C'est à une température humide et basse, défavorable à la croissance, que sont dues les pousses grêles que les bourgeons constitueront.

Dans la Lozère, se produisent en avril, de fortes gelées à glace.

(1) RAVAZ (L.) : Chronique ; les gelées (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 21, pp. 494-497, Montpellier, 20 mai 1928).

(2) RAVAZ (L.) : Chronique ; la vigne, le temps, les pluies, les gelées (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 15, pp. 349-351, Montpellier, 8 avril 1928).

Dans la nuit du 23 au 24 avril, la gelée cause de graves dégâts aux vignobles de la basse plaine de l'Hérault ainsi que des vallées de la Mosson et du Lez. Le froid se fait sentir à divers degrés dans les Pyrénées-Orientales, l'Aude, le Gard, la Vaucluse, les Bouches-du-Rhône, le Var.

Des dégâts sont signalés dans la Gironde (Paluds, Blayais) dans la partie de la Charente-Inférieure contiguë à la Gironde, dans la Haute-Garonne, le Lot-et-Garonne, le Gers, le Tarn, les Charentes (où Saint-Emilion souffre peu, alors que Folle Blanche et Colombard sont très atteints) dans les vallées de la Loire, du Loir, du Cher, du Vouvray, dans l'Orléanais.

Dans l'Auxerrois, bien que les vignes aient à peine débourré, des froids de — 3° à — 4°, ont déterminé le noircissement de la plupart des bourgeons. Les cépages français sont plus atteints que le Noah; le Côts subit moins de dégâts que le Gamay et le Pinot. En somme, les dommages portent: 1°) sur les variétés précoces; 2°) sur les vignes en bas-fonds, ou dans les vallées étroites (1,2,3).

En mai, des gelées déterminent de sérieux dégâts en Meurthe-et-Moselle, en Bourgogne (où Vigne, Haricot, Pomme de Terre, sont affectés) dans le Loir-et-Cher (dont les vignobles sont ravagés), dans la Sarthe (où Pommes de terre hâtives, et Haricots précoces sont atteints), dans les Côtes-du-Nord (où Pommes de Terre et Lin souffrent), en Charente-Inférieure (où Pommes de Terre et Vignes subissent des dégâts) dans le Lot-et-Garonne (où le mal n'est pas grand).

Dans le Forez (Loire), d'après M. Perret, la gelée du 11 au 12 mai (—5° à Merle, par Saint-Bonnet-le-Château), atteint les Seigles à l'épiage.

Dans le Vignoble, les gelées des 10-11 mai atteignent des cépages plus tardifs que ceux qui avaient été affectés par les gelées d'avril (4, 5).

Des gelées blanches surviennent en Meurthe-et-Moselle dans la première quinzaine de juin. Leurs effets sont d'ailleurs insignifiants.

Une gelée se produit le 18 juin (—2°) à Merle, par Saint-Bonnet-le-Château (Loire). Les jeunes feuilles de la Pomme de terre sont noircies d'après M. Perret. Les repousses, qui se constituent ensuite, sont *frisées*. Cette altération de forme disparaît du reste au bout d'un mois.

(1) Degrully (L.) : Chronique. Les gelées (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXXIX, n° 18, p. 423. Montpellier, 29 avril 1928).

(2) Ravaz (L.) : La végétation. La gelée (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXXIX, n° 19, pp. 445-449. Montpellier, 6 mai 1928).

(3) Degrully (L.) : Chronique. Quelques précisions sur les gelées, la grêle, le Mildiou. (*Progrès agricole et viticole*, T. L.XXXXIX, n° 20, pp. 472-474, Montpellier, 13 mai 1928).

(4) Ravaz (L.) : Chronique. Les gelées, la grêle, le Mildiou. (*Le Progrès Agricole et Viticole*, T. LXXXXIX, n° 21, pp. 493-497, Montpellier, 20 mai 1928).

(5) Degrully (L.) : Chronique. Gelées et grêles. (*Le Progrès agricole et Viticole* T. LXXXXIX, n° 22, pp. 519-520, Montpellier. 27 mai 1928).

Dans la région de Cavaillon, une organisation est instituée pour lutter contre les gelées de printemps avec des nuages artificiels (1).

c) Gelées d'automne.

Des gelées précoces se produisent les 23-25 septembre dans diverses parties de la France. Elles grillent les fanes de Pomme de Terre. En Charente-Inférieure : Haricots, Melons, Citrouilles, sont affectés en terrains bas.

Le Vignoble est atteint en Gironde, dans les bas-fonds, en Vendée, où le Noah est particulièrement éprouvé. Les grains touchés par le froid se flétrissent. Le poids de la récolte est réduit, mais la qualité peut être améliorée.

Humidité excessive

L'humidité excessive et le temps froid qui règnent au printemps, introduisent chez les Vignes un retard dans la végétation, qui demeure languissante, et dans la floraison qui est trop souvent défectueuse. La coulure est fréquente.

Les conditions anormales font apparaître des apparences de Court-noué ou accentuent les symptômes de cette maladie. Le temps beau et sec qu'on voit réapparaître en juin, améliore la situation.

Sécheresse

Le beau temps sec et chaud qui persiste pendant plus de trois mois, du début de juin à septembre, entraîne une grave sécheresse, dans la plus grande partie de la France. Le Sud-Est, qui bénéficie des pluies de fin d'été et de début d'automne, est moins éprouvé que le reste de la France.

M. A. Sanson donne les renseignements suivants :

« Cette sécheresse, qui a débuté dès la fin de mai dans le Midi, et vers le 20 juin dans les autres régions, a duré trois mois : elle a été d'ailleurs loin d'être absolue, car on a observé de très fortes averses orageuses le 3 juillet dans le quart nord-est de la France, les 14, 15 et 16 dans le Sud-Ouest, le Centre et l'Est, les 27 et 28 dans la moitié nord (en revanche, pendant ce mois, il n'est pas tombé une goutte d'eau à Orange et Ajaccio, et il est tombé moins de 1 mm. à Nîmes, Marseille et Antibes) : on note encore de violentes averses les 3 et 4 août dans la moitié nord et le centre de la Franc, du 12 au 15, dans le centre et le Sud, du 27 au 29, dans la moitié Sud : enfin, au début de septembre, on recueille de grandes quantités d'eau les 1er et 2 dans la moitié sud du Pays, et les 8 et 9 dans la moitié Nord et le Sud-Ouest.

(1) Ayme (H.) : La lutte contre les gelées printanières aux environs de Cavaillon *Journal d'Agriculture Pratique*, T. xxxxix, pp. 371-373, Paris, mai 1928).

Malgré ces pluies abondantes, le total d'eau tombée du 1er juillet au 30 septembre est partout déficitaire en France : dans certaines parties du Sud-Est, du Sud et du Sud-Ouest, ainsi que dans tout l'Ouest, les hauteurs d'eau recueillies n'atteignent même pas le quart de la normale, alors que dans l'Est, le Massif Central et sur les côtes normandes et bretonnes de la Manche, elles dépassent par places les 3/4 de la normale. Il faut ajouter que les quantités d'eau évaporées pendant ce trimestre ont été environ quatre fois supérieures à celles tombées, et que de brusques et fortes chaleurs sont survenues en juillet, d'abord du 12 au 16 (sous abri, 36°3 à Paris, 36°5 à Lille, 37°3 à Lyon et 40°0 à Angoulême) et ensuite les 26 et 27 dans l'Est et le Sud-Ouest (36°0 à Strasbourg et 38°9 à Toulouse).

Cette sécheresse a provoqué, par places, l'échaudage des blés et des avoines, mais moins intense qu'on aurait pu le croire, en raison des réserves d'eau accumulées dans le sol par les pluies abondantes des mois précédents; elle a permis, en revanche, une récolte de qualité remarquable, avec un poids moyen de l'hectolitre de blé de 76 k. 8.

Les plantes sarclées ont été très atteintes, et au 20 septembre 1928, le poids moyen de la racine de Betterave décolletée n'était que de 406 gr. au lieu de 614 en 1927 : la richesse saccharine était, par contre, de 18,5 pour cent au lieu de 15,2 en 1927, Les pluies d'octobre ont remédié, en partie, à cet état de choses, pour les Betteraves, mais elles ont été trop tardives pour les pommes de terre.

La production fourragère a été fort compromise, à l'exception, semble-t-il, du Lotier; il est à noter cependant que, dans une même région, les rendements de cette production ont été très différents, suivant les quantités d'eau tombées localement et les formations géologiques.

La production maraichère et fruitière, après avoir souffert d'un excès de froid et d'humidité au printemps, a été touchée par la sécheresse; pour le cidre, par exemple, on n'escompte guère que la moitié de la récolte de l'année dernière.

La Vigne, au contraire, a bien profité du temps sec et chaud; les maladies cryptogamiques, peu nombreuses, ont pu facilement être enrayées. En certains points, cependant, les jeunes plants ont souffert, la maturité a été retardée et les grains paralysés dans leur croissance par la sécheresse » (1).

La Vigne a surtout été assez affectée en coteau, en sol peu profond, où les plants greffés sur Rupestris sont particulièrement éprouvés, alors que ceux sur Berlandieri se comportent mieux.

(1) Sanson (A.) : La sécheresse de l'été 1928 et ses répercussions sur les principales cultures (*Le Bulletin Agricole. Société d'Encouragement à l'Agriculture*, 48e année, n° 1851, pp. 27-29, Paris, novembre 1928).

Accidents météorologiques

La grêle dévaste en mai certains vignobles en Champagne, Bourgogne, dans le Biterrois, et des cultures diverses dans les Basses-Pyrénées.

Les orages de grêle des premiers jours de juin causent des dégâts importants dans le Gard, l'Hérault, l'Aude, les Pyrénées-Orientales, l'Isère, la Savoie, la Nièvre, le Gers.

Des expériences de tir-paragrêle sont effectuées le 20 mai par de nombreux syndicats agricoles du Lot-et-Garonne, sous le contrôle de MM. Mahoux, Directeur des Services Agricoles, Godineau, Directeur de l'Ecole d'Agriculture de Fazanis et de plusieurs représentants de l'Etablissement de pyrotechnie.

MM. Louis Beranger et P. Paul discutent la question de la retaille des Vignes après grêle.

Degrully. — Chronique. — Quelques précisions sur les gelées, la grêle, le Mildiou. (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 20, pp. 472-474, Paris, 13 mai 1928).

Ravaz (L.). — Chronique. Les gelées. La grêle. (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 21, pp. 493-497, Montpellier, 20 mai 1928.)

Degrully (L.). — Chronique. Gelées et Grêles. (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 22, pp. 519-520, Montpellier 27 mai 1928).

Degrully (L.). — Chronique. Encore la grêle. (*Progrès agricole et viticole*. T. LXXXIX, n° 24, p. 566, Montpellier, 10 juin 1928).

Degrully (L.). — Essais de tir contre la grêle dans le Lot-et-Garonne (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 26, p. 619. Montpellier, 24 juin 1928).

Beranger (L.). — Faut-il retailler les vignes après la grêle ? (*Progrès agricole*, T. LXXXX, n° 50, pp. 561-563. Montpellier, 9 décembre 1928).

Paul (P.). — Faut-il retailler les vignes, après grêle ? (*Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 48, pp. 515-518, 25 novembre 1928).

Céréales

I. — Maladies ou altérations

Echaudage. — Parmi les nombreux cas d'échaudage qui nous sont signalés, certains doivent résulter de l'action de l'*Ophiobolus graminis* Sacc ou du *Puccinia glumarum* (Schm.), Er. et Henn. Mais il en est sans doute aussi qui sont de nature physiologique ou qui sont dus à la sécheresse. Les effets de celle-ci se sont particulièrement fait sentir en sols légers, peu profonds.

C'est dans ces conditions que l'échaudage s'est manifesté à la fin de Juillet dans l'Indre, sur Blé, Orge, Avoine.

M. Rives constate que les variétés de Blé vraiment méridionales telles que Carlotta Strampelli, Besplas, Riéti, qui sont les plus résistantes à la sécheresse et à l'échaudage, ont un appareil radiculaire particulièrement développé par rapport aux tiges et aux feuilles (1).

(1) Rives (L.) : Etudes sur l'appareil radiculaire du Blé. (*Progrès agricole et viticole*. T. LXXX, n° 32, pp. 136-141. Montpellier, 5 août 1928).

Coulure. — M. Rives constate que chez le Blé un appareil radiculaire, trop important au moment de la floraison, prédispose à la coulure, probablement parce qu'il assure une trop forte arrivée d'eau, et aussi parce qu'il s'empare d'une importante partie des hydrates de carbone élaborés par les feuilles. Le Carlotta Strampelli et le Besplas, deux variétés qui se classent en tête au point de vue de l'importance de l'appareil radiculaire par rapport aux feuilles, sont particulièrement exposées à la coulure.

M. Rives étudie les bons effets de l'acide phosphorique sur la coulure et la maturation.

Avortement des épillets. — M. Rabaté étudie la question de l'avortement des épillets à la base des épis (1).

2. — Maladies cryptogamiques.

1° *Rouilles des Céréales* (*Puccinia* divers). — *Puccinia glumarum* Schm. (Er. et Henn.) est signalé à la fin mars à Grignon (Seine-et-Oise), par M. Ducomet, à Avignon, en avril (dans le fond des vallées), en Dordogne, dans la Gironde et dans la Haute-Garonne. Aux environs de Toulouse, le Professeur Nicolas constate l'existence de *P. glumarum* en Avril sur les Blés suivants : Mentana, hybride de Strampelli (Riéti × Wilhelmine Tarwe) 67, Akagomughi (qui avait épié au 15 avril), Gironde (qui au 15 avril portait des urédospores sur les feuilles de base), Carlotta Strampelli, Ardito (aux places à engrais accumulé). *P. glumarum* est observé en mai dans les Vosges, Meurthe-et-Moselle, Oise, Loiret, Calvados, Morbihan, Creuse, Lozère, Gard, Var.

Si le *P. glumarum* cesse d'évoluer à Grignon (Seine-et-Oise) vers le 15 juin, il poursuit son attaque en juin dans le Haut-Rhin, dans les Vosges (où la maladie est peu développée), en Haute-Saône (où l'attaque est moyenne), en Meurthe-et-Moselle (où la Rouille jaune est assez répandue, surtout en terre humide et froide), dans la Somme (où *P. glumarum* n'a pas pris dans les céréales l'extension que l'on pouvait redouter), dans l'Oise (où la Rouille jaune est signalée un peu partout sur les Blés), dans la Sarthe (où le mal reste stationnaire), dans l'Yonne (où c'est à des pluies que doivent être rapportées les invasions de *P. glumarum* sur feuilles et sur épis), dans l'Indre, en Seine-Inférieure (où les attaques sur glumes sont fréquentes), dans le Calvados (où le mal est peu accentué), dans le Morbihan (où la Rouille sévit sur la plupart des céréales), dans le Tarn (où le Blé n'a subi que deux attaques importantes), dans les Landes.

En juillet, *P. glumarum* fournit encore une forte poussée dans la

(1) Rabaté : Les épillets avortés à la base de l'Epi (*C. R. Académie Agriculture*, T. XIV, pp. 801-803, 20 juin 1928).

Meuse. Ailleurs, dans la plus grande partie du pays, cette Urédinée n'évolue plus.

M. Nicolas fait des observations à Toulouse sur l'influence qu'exerce la date du semis sur le développement du *P. glumarum*.

Le même auteur constate que les fumures azotées favorisent le développement de *P. glumarum*.

Les observations de M. Nicolas cadrent avec celles de M. Alphonse Bataille, qui déclare que, dans toutes les parties des champs où la végétation est particulièrement développée, la Rouille est plus accentuée qu'ailleurs.

M. Nicolas constate que certains Blés (Alliés × Manitoba) — Institut Agronomique — se montrent très résistants à *P. glumarum*, et que, par contre, ces variétés sont éprouvées par *P. triticina*.

Piave serait peu accessible à l'une et à l'autre de ces Urédinées (1).

Puccinia triticina Er. est signalé en juin à Grignon (où il se développe activement depuis le 15 de ce mois), à Toulouse (où il sévit dès le mois de mai), à Colmar (où les Blés tardifs sont particulièrement atteints).

Aux environs de Paris, l'attaque de *P. triticina* se poursuit encore en juillet, malgré la sécheresse. Elle n'est cependant pas grave.

Puccinia graminis Pers. débute vers le 20 mai à Avignon, où il attaque les variétés les plus tardives de la collection ; — on l'observe à la fin juin, à Grignon, sur Seigle ; — aux environs de Paris, il ne se développe que tardivement (en juillet) sur les Blés, sur lesquels il n'exerce en somme que de faibles dégâts.

Puccinia coronifera Kleb. sévit en juin et juillet sur Avoine, dans la région de Versailles. L'Hybride noir très hâtif et la Von Lokow sont très attaqués par la Rouille couronnée dans les cultures de l'Institut Agricole de Toulouse.

2° *Charbons* (*Ustilago*). — L'*Ustilago Tritici* (Pers.) Jensen, s'est manifesté avec une rare intensité en Seine-Inférieure. M. Nicolas signale que le Riéti est très atteint par l'*U. Tritici* et que le Besplas est très sensible à ce parasite.

Les Charbons de l'Avoine (*Ustilago Avenae* Pers. Jensen et *U. levis* Keller et Sw. Magn.) sont très répandus aux environs de Paris.

3° *Carie* (*Tilletia*). — La question de la lutte contre cette maladie est l'objet des préoccupations des praticiens et des chercheurs.

M. Ducomet fait remarquer que la Carie cause un préjudice direct,

(1) Nicolas (G.) : Premières attaques de *Puccinia glumarum* dans la Haute-Garonne en 1928. (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. XV, f. 4 et 5, pp. 123-124, Paris, avril-mai 1928).

résultant de son développement, et un préjudice indirect, résultant de la destruction d'une proportion de grains parfois énormes sous l'action du traitement classique de préservation (solution cuprique). Cette destruction peut atteindre et même dépasser 20 pour cent de la semence bien triée, ce qui ramène la dose normale de 160 kgs par exemple à 125 ou 130 kgs.

Le battage à l'entreprise assure la dispersion de la Carie, meurtrit souvent les grains qui sont ainsi prédisposés à l'intoxication par les traitements cupriques. Or, ceux-ci sont souvent mal préparés; solutions cupriques non dosées, appliquées fréquemment sous forme d'une aspersion peu soignée, non suivie de neutralisation par la chaux et d'asséchage.

Pour M. Ducomet : « Modifier le mode de traitement, substituer aux liquides qui tuent, les poudres qui préservent seulement, devient une nécessité évidente. Or, il ne semble pas actuellement possible, en France tout au moins, de songer à des toxiques pulvérulents autres que les sels de cuivre. »

M. Ducomet passe successivement en revue les principaux produits pulvérulents employés : carbonate de cuivre, acétate de cuivre, oxychlorure de cuivre.

« Tout sel de cuivre bien divisé et bien adhérent, soit par lui-même, soit par l'intervention d'adjuvant est incontestablement efficace. La dose de 150 à 200 grs par quintal, selon finesse, est suffisante à la condition de brasser suffisamment le grain pour que soient touchés les spores à détruire. »

M. Ducomet voit dans les poudrages un autre avantage, celui de pouvoir être fait longtemps à l'avance, et par le vendeur lui-même. C'est un point à considérer, d'autant mieux que le rassemblement de semences d'origine différente et leur triage en commun exposent à la diffusion des parasites.

De nombreux mémoires ou articles (voir la liste bibliographique ci-jointe) sont consacrés à la question des traitements contre la Carie. Signalons notamment les travaux de M. Petit, chef de Travaux au Service botanique de Tunisie, dont M. Bretignière présente, le 1er février 1928, une note à l'Académie d'Agriculture. Nous extrayons ce qui suit du résumé que M. Cardip fournit de ce travail dans le *Journal d'Agriculture Pratique*.

« Dans l'état actuel des recherches de M. Petit, les sels de mercure paraissent offrir moins d'intérêt que les sels cupriques.

« Parmi ceux-ci, le seul qui, employé à l'état pulvérulent, puisse assurer un traitement efficace des semences très contaminées (noircies) est le chlorure cuivreux. Les autres sels conviennent au traitement des semences peu salies. Les sels de cuivre ont été classés en trois groupes au point de vue de leur efficacité : 1° chlorure cuivreux, sel d'efficacité totale pour le traitement des semences, contaminées au point d'en être noircies ; 2° sulfate de cuivre anhydre ; ce sel convient aux semences peu salies ; 3° l'acétate

neutre (verdet), l'oxychlorure de cuivre, les arséniate, carbonate, phosphate, silicate, etc... Ces sels ne peuvent pas servir dans les cas des infections massives, ils ne sont utilisables que si les semences sont assez propres. »

M. Petit a cherché une poudre contenant en faible proportion du cuivre métal possédant un pouvoir antiseptique de même ordre que celui du sulfate de cuivre anhydre, et il a réalisé différents mélanges avec du talc.

1. Bretignière. — Contre la Carie du Blé (*C. R. Académie d'Agriculture*, Paris, 1er février 1928).

2. Bretignière. — Attention aux semences de Blé (*Journal Agriculture Pratique*, T. L, n° 39, p. 249, Paris, 26 septembre 1928).

3. Brunehant. — Le Poudrage des semences (*Bulletin Office Renseignements agricoles*, année 1928, n° 1, pp. 23-24, Paris, 2 janvier 1928).

4. Brunehant. — Appareil à poudrer des semences (*Journal Agriculture Pratique*, T. L, n° 2, p. 29, Paris, 14 janvier 1928).

5. Cardip. — Académie d'Agriculture de France. Séance du 1er février 1928 (*Journal Agriculture Pratique*, T. XLIX, n° 7, p. 139, Paris, 18 février 1929).

6. Desprez. — Carie et poudrage des semences (*Journal Agriculture Pratique*, T. XLIX, n° 1, p. 16, Paris, 7 janvier 1928).

7. Desprez. — Contre la Carie du Blé. (*C. R. Académie d'Agriculture*, Paris, 30 mai 1928).

8. Desprez. — A propos des batteuses à grand travail et le traitement à sec des Blés contre la Carie (*Journal Agriculture Pratique*, T. L, n° 41, pp. 299-300, Paris, 13 octobre 1928).

9. Desprez. — Le traitement à sec des Blés contre la Carie (*Progrès Agricole et Viticole*, T. LXXXX, n° 46, pp. 471-472, Montpellier, 11 novembre 1928).

10. Ducomet. — La Carie du Blé et les procédés modernes de prévention. (*Bulletin Agricole Société d'Encouragement à l'Agriculture*, 48e année, n° 1849, pp. 10-13, Paris, juillet 1928).

11. Guyot (A.-L.). — De l'action de quelques désinfectants de la semence contre la Carie du Blé (*Revue Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. XV, fasc. 8, pp. 249-255, Paris, 3 octobre 1928).

12. Petit (A.). — Traitement de la Carie du Blé (*Revue Pathologie Pégétale et Entomologie Agricole*, T. XV, fasc. 8, pp. 238-248, Paris, 5 octobre 1928).

13. Tourneur. — Le poudrage des semences (*Journal Agriculture Pratique*, T. XLIX, n° 7, pp. 131-137, Paris, 18 février 1928).

4° *Ergot* (*Claviceps purpurea* Tulasne) [Fries]. — En juillet 1928. MM. Foex et Rosella observent sur épi de blé récolté en Seine-et-Marne un champignon qui possède une forme endoconidienne, laquelle paraît être une anomalie de la Sphacélie du *Claviceps purpurea*.

M. Ponsard étudie la question de l'Ergot du Blé (1).

5° *Piétin* (*Ophiobolus graminis* Sacc.) et *Leptosphaeria herpotrichoides* de Notaris, sont tous deux à l'œuvre. Suivant le cas, ce sont les épis blancs ou la verse parasitaire qui prédominent. Les deux maladies existent du reste souvent en mélange dans le même champ.

(1) Ponsard (J.) : Académie d'Agriculture de France, séance du 26 mai 1928 (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. LXXXIX, n° 21, pp. 413-414, Paris, 26 mai 1928).

La fréquence de l'*Ophiobolus graminis* serait en moyenne plus grande que celle du *Leptosphaeria herpotrichoides*.

Cependant, il ne paraît pas en avoir été partout ainsi. Par exemple, M. Sélariès estime qu'en Alsace le développement de l'*Ophiobolus graminis* aurait été moindre qu'en 1927 ; alors que l'attaque de *Leptosphaeria herpotrichoides* serait supérieure en 1928 à ce qu'elle a été l'année précédente.

Dans la plupart des contrées le Piétin continue à sévir jusqu'à la récolte.

Cette maladie paraît avoir exercé des ravages particulièrement graves dans le Nord, la Beauce et le Sud-Ouest (vallée de la Garonne). Mais ses méfaits sont également signalés ailleurs : Ouest (Bretagne, Vendée) aussi bien que dans l'Est (Alsace, Vosges). Le Sud-Est lui-même n'est pas indemne. La *Presse Agricole* publie un compte rendu que M. Guyot fournit d'une séance organisée par l'Institut des Recherches Agronomiques et consacrée au Piétin.

6° *Septoria*. — *Septoria Avenae* Frank est fréquent sur Avoine dans la Région parisienne.

M. Rachel Severin nous adresse en mars de La Réole (Gironde) des Blés fortement attaqués par le *Septoria graminum* Desm., qui détermine sur cette céréale d'appréciables dégâts.

D'après M. Nicolas, le Blé Ardito est sensible au froid qui le prédisposerait au *Septoria*, parasite qui détermine la dessiccation des feuilles en mars et avril.

7° *Noircissement de l'Epi*. — Aux environs de Paris, dans le Nord et dans diverses parties de la France, certaines parties des épis et du chaume sont atteintes d'un noircissement très accentué. Il paraît s'agir du Black chaff, maladie attribuée au *Bacterium translucens* (var. *undulatum* Smith Jones et Reddy (1).

Cultures industrielles.

Betterave (*Beta vulgaris*). — *Maladie du cœur :* Cette maladie est signalée en août et septembre dans le Loiret, où elle se présente dans la plupart des cultures en terrain silico-argileux. Dans la Sarthe, cette affection a sévi avec assez d'intensité, en arrière-saison, dans les terrains mouillants.

Cercosporiose (*Cercospora beticola* Sacc.). — Les attaques de *Cercospora beticola* ne se sont produites que plus tardivement et avec moins d'intensité

(1) Millasseau (J.) : Note préliminaire sur une maladie bactérienne du Blé (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. xv. pp. 279-284, Pl. I, Paris, novembre 1928).

que l'année dernière. Cette maladie sévit en septembre dans le Nord, dans l'Aisne, etc...

M. Ducomet rappelle que la Cercosporiose est une maladie des feuilles âgées, et qu'il s'agit d'une *maladie à poussée*, qui ne devient générale que sur le tard (1).

De même que M. Saillard (2), M. Ducomet étudie les effets de la Cercosporiose et les moyens de la combattre.

M. Guyot fait un exposé d'ensemble sur la question (3).

Pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*). — 1° *Maladies dites de la dégénérescence.* — Etant donnée la sécheresse de l'année, les symptômes de l'Enroulement sont particulièrement accusés. Aussi, cette maladie est-elle signalée dans la plupart des régions de France. M. Duboys constate qu'en Bretagne l'Enroulement s'est montré moins net aux endroits abondamment pourvus d'eau.

Dans le Morbihan, on signale la fréquence de l'Enroulement et la rareté de la Frisolée.

Cette dernière se manifeste cependant dans bien des milieux et sur nombre de variétés.

Dans les Monts du Forez, M. Perret constate que, dans le cas de la sorte Fleur de Pêcher, atteinte de Frisolée, les pieds affectés présentent une teinte plus foncée et une dessiccation hâtive (l'avance de maturation peut atteindre 40 à 50 jours).

2° *Filosité.* — M. Ducomet poursuit ses recherches sur la Filosité de la Pomme de Terre (4).

3° *Mildiou de la Pomme de Terre* (*Phytophtora infestans* (Montagne) de Bary). — Ce champignon fournit une attaque assez précoce ; d'après M. Duboys, il est présent le 4-5 juin à Dol, en Bretagne. M. Ducomet l'observe le 20 juin à Grignon; il est signalé à peu près à la même époque dans l'Ouest, l'Est et le Centre.

M. Duboys déclare que l'invasion de juin, en Bretagne, a présenté les caractères suivants : l'attaque est rarement distribuée par foyers ; elle est le plus souvent éparpillée sur les touffes des variétés les plus sensibles.

(1) Ducomet (V.) : La Cercosporiose de la Betterave (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. xv, fasc. 445, pp. 110-120, Paris, avril-mai 1928).

(2) Saillard (E.) : La Betterave à sucre et la Cercosporiose (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. xv, fasc. 10, pp. 292-299, Paris, décembre 1928).

(3) Guyot (A.-L.) : La tache foliaire de la Betterave (*Cercospora beticola*). (*Le Bulletin Agricole. Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture*, 48e année, n° 1848, pp. 14-17, Paris, juin 1928).

(4) Ducomet (V.) : La filosité de la Pomme de Terre, maladie à crises (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. xv, fasc. 7, pp. 184-185, Paris, juillet, août, septembre 1928).

Ayant constaté une petite pluie fine (26 juin) qui a persisté longtemps sur les feuilles, et des abaissements des minima (1-2 juillet), M. Dubois a pu prévoir une invasion, qui s'est en effet manifestée le 2 juillet. A partir du 6 juillet, la progression du *Phytophtora infestans* cesse jusqu'à la fin août ou en septembre. Encore ces attaques de fin de saison, qui ont été déclenchées par des orages, n'ont-elles été que disséminées, et peu actives étant donné que la sécheresse a repris après chacune de ces pluies.

La disparition presque complète de la maladie pendant la période de sécheresse estivale et la reprise de l'activité du champignon à la suite des pluies de fin de saison, sont des faits qu'on constate dans la plus grande partie de la France.

C'est ainsi que, à Savigneux, près Montbrizon (Loire), MM. Cubaignes et Perret observent après les orages du 15 août, quelques taches du *Phytophtora infestans*.

En septembre la maladie se manifeste dans diverses parties de la France. Nous l'observons le 16 septembre à Russ (Bas-Rhin). Sa présence nous est signalée à la même époque dans l'Orne et dans la Haute-Saône.

4° *Flétrissement accompagné d'attaque de Colletotrichum atramentarium* Berk. et Br. Taub. (*Vermicularia varians* Ducomet). — Ce flétrissement, qui, dans plusieurs régions (Alsace, Massif Central, etc...), avait causé de graves dommages pendant une série d'années après la guerre, et avait presque disparu depuis 1926, s'est manifesté de nouveau dans le Forez, la Saône-et-Loire, le Limousin, les Hautes-Pyrénées. M. Perret a vu cette maladie débuter après les orages d'août. Il constate qu'à Bonson (390 m. d'altitude), à Montbrison (400 m.), à Nollieux (510 m.), le nombre des pieds flétris varie entre 4 et 20 pour cent. L'attaque n'est donc ni violente, ni de vaste envergure. Elle se présente sous des signes assez frustes : lenteur dans la dessication des racines, absence de tubercules aériens, rareté des tubercules souterrains, etc...

5° *Maladie verruqueuse* (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) — Au cours de l'année 1928, on découvre de nouveaux foyers à Gué d'Hossus, près Rocroy (Ardenne), à Grendelbruck (Bas-Rhin), et on constate le maintien de la maladie dans celles des communes de la Vallée de la Bruche (Bas-Rhin), où elle est connue depuis 1925.

Etant donné qu'à un hiver doux et à un printemps pluvieux, a succédé un été remarquablement sec, on pouvait s'attendre à ce que les contaminations estivales soient moins nombreuses qu'elles ne l'ont été les années précédentes dans le même milieu. Néanmoins, le fait qu'aucun des pieds d'une varité sensible, telle que la Wohltmann, n'a échappé à l'infection indique que celle-ci, a, malgré des conditions de milieu relativement défavorables aux contaminations, suffisamment joué pour que nous puissions faire état des résultats obtenus.

Et ce qui tendrait à prouver du reste que nous sommes en droit d'accorder à ceux-ci une réelle valeur, c'est qu'au point de vue de la résistance au *Synchytrium*, les variétés, déjà précédemment mises à l'épreuve, se classent en 1928 de la même manière qu'en 1926 et 1927. Il semble y avoir en 1928, deux époques principales de contamination, l'une au début de la végétation de la Pomme de Terre, mai-juin, l'autre en fin de saison, seconde quinzaine d'août, début de septembre.

Tabac (*Nicotiana Tabacum L.*). — 1° *Rouille non parasitaire:* MM. Selaries et Rohmer constatent dès le 25 juin, en Alsace une maladie ressemblant à celle que l'on désigne sous le nom de « Rouille. »

2° *Mosaïque.* — Cette maladie est peu développée, aussi bien dans les plantations d'Alsace, que dans celles du Limousin, où elle est observée par M. Dufrénoy.

3° *Feu sauvage* (*Bacterium tabacum* Wolf et Fost.) : La maladie dite du « Feu sauvage », a été observée à St-Cyprien (Dordogne), à Aiguillon (Lot-et-Garonne) où elle a sévi dès les couches à semis. En Alsace, le mal s'est manifesté au début de la végétation. Il paraît avoir été radicalement arrêté, dès le mois de juin, par la sécheresse qui s'est maintenue jusqu'en août, époque où des pluies ont permis de nouvelles infections. Mais, dans l'ensemble, les dégâts ont été peu importants.

M. le Dr. Weck rappelle qu'en 1880, est apparue en Alsace une maladie sans doute identique au Wildfire. Il est vraisemblable que le nom adopté en Amérique est la traduction du terme Waldes-Feuer, sous lequel ce fléau était connu en Allemagne. Ce seraient des émigrants d'origine alsacienne ou germanique qui auraient introduit ce vocable aux Etats-Unis (1).

4° *Fonte des semis.* — En Alsace, ont été observés des cas de fonte qui, d'après MM. Selaries et Rohmer, paraissent dveoir être généralement attribués au *Thielavia basicola* Zopf, mais qui peuvent aussi reconnaître pour causes d'autres agents pathogènes (*Sclerotinia*, etc.).

Houblon (*Humulus lupulus*). — *Mildiou du Houblon* (*Pseudoperonospora Humuli* Myabe et Takahashi). — Cette maladie, qui sévit dans les divers centres houblonniers de France (Nord, Lorraine, Alsace, Bourgogne) présente deux phases principales d'activité, l'une au printemps, l'autre à la fin de l'été ou au commencement de l'automne. La sécheresse (juin à août) a gêné, sinon complètement enrayé son développement (ainsi qu'en témoignent les taches foliaires pourvues de conidiophores observées en juillet dans le Bas-Rhin).

En Alsace, d'après MM. Sélariès et Rohmer, par printemps froid et humide, la végétation part lentement et le Houblon végète peu activement.

(1) Weck (Dr, Ch.). — A propos de la nationalité de la Rouille du Tabac (*Journal agricole d'Alsace et de Lorraine*, 56e année, n° 50 pp. 115, Strasbourg, 15 décembre 1928).

Mais, les basses températures, qui règnent jusqu'à la fin mai, entravent également le développement de la maladie, dont l'action se traduit cependant au début de juin par l'apparition de nombreuses pousses spiciformes.

Il est alors conseillé de traiter les Houblons à végétation normale avec une bouillie bordelaise à 1 pour cent et ceux qui ont souffert du froid avec une mixtur à 0,5 pour cent. La sécheresse, qui survient alors réduit et entrave le développement du parasite, dont, sous l'action des pluies orageuses, l'activité reprend et se traduit par un rougissement des cônes, accident assez fréquent dans les Houblonnières non traitées (1).

D'après les senseignements fournis par M. Riols, la situation est, en Meurthe-et-Moselle, sensiblement la même que dans le Bas-Rhin.

En Bourgogne, attaque assez forte au début de la saison, où les pousses spiciformes sont nombreuses ; ensuite, stagnation de la maladie, pendant la période de sécheresse ; enfin, légère reprise du mal à la suite des pluies d'août, qui permettent l'infection des cônes.

Enlèvement des pousses spiciformes et pulvérisations cupriques sont effectués avec soin par de nombreux planteurs (surtout en Alsace et en Lorraine). La comparaison entre les plantations traitées et celles qui ne l'ont pas été, est le plus souvent très saisissante. L'efficacité de la méthode ne parait pas douteuse.

Un certain nombre de personnes (MM. Urbann, Burr, Eberlin, Selaries, Rohmer, en Alsace ; Gay, Riols, en Meurthe-et-Moselle ; Buffenoir, Jannin, Poupard, Lautrey, en Bourgogne ; et des groupements, Syndicats des Planteurs de Houblon d'Alsace, de Flandre et de Bourgogne), ont, par leur activité beaucoup contribué à faire connaître et adopter les méthodes de lutte.

Le Service de la Défense des Végétaux du Ministère de l'Agriculture distribue une feuille de propagande intitulée : « *Conseils aux cultivateurs à propos de la lutte contre les maladies cryptogamiques du Houblon* ».

M. Buffenoir, qui constate que les Houblons à tige rouge, présentent une résistance très marquée au *Pseudoperonospora Humuli*, conseille de marquer lors de la cueillette les plants chez lesquels s'observe cette couleur, de façon à y prélever au printemps les boutures de remplacement (2).

(1) *Le Planteur de Houblon d'Alsace.* — Comment lutter à temps contre le Mildiou du Houblon (*Journal Agricole d'Alsace et de Lorraine*, 55e *année*, n° 24, pp. 555. — Strasbourg, 16 juin 1928).

(2) Buffenoir (P.). — Marquons les plants à tiges rouges (*Bulletin du Syndicat des Planteurs de Houblon de Bourgogne*, 7 année, n° 10, p. 49, Dijon, 29 août 1928).

Cultures potagères.

Crucifères. — Chou (*Brassica*), Chou potager (*Brassica oleracea* L.). Chou-fleur (*B. oleracea Botrytis*), Navet (*Brassica Napus* L.). — Pourriture bactérienne : Dans le marais de Saint-Omer, les choux-fleurs sont attaqués par la Cécidomyie, qui déclanche une pourriture bactérienne.

Légumineuses. — La Mosaïque du Haricot (*Phaseolus vulgaris*), est assez fréquente.Sur cette légumineuse, se manifestent des attaques de *Colletotrichum Lindemuthianum* (Sacc. et Magnus) Br. et Cow dans la région de Paris, dans l'Yonne et ailleurs. L'*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Lév. (*Uromyces Phaseoli* Wint.) est également assez répandu.

Composées. — Le *Sclerotinia libertiana* Fuckel attaque la Chicorée frisée (*Cichorium Intybus*) en Seine-et-Oise. De Saône-et-Loire, nous recevons des Laitues (*Lactuca sativa*) qui sont attaquées par le *Marssonia Panattoniana* (Berk.) Magnus. D'après M. Joessel, au début de l'automne, *Bremia Lactucae* Regel est assez commun sur les Laitues aux environs d'Avignon et de Carpentras.

Ombellifères. — Persil (*Petroselineum sativum*). — M. Nicolas et Mlle Aggery constatent dans la région de Toulouse un cas intéressant de dépérissement du Persil, qu'ils attribuent au *Pythium megalacanthum* De Bary.

Solanées. — L'*Ascochyta hortorum* Speg. détermine une fonte des jeunes plants d'Aubergine (*Solanum Melongena*) dans les environs de Toulouse. et se manifeste également sur Tomate (*Lycopersicum esculentum*) et Aubergine à Crau (Var).

En septembre, le *Phytoptora infestans* (Montagne) de Bary sévit sur certaines cultures de Tomates, notamment dans le Var.

Cucurbitacées. — Melon (*Cucumis Melo* L.). — Du Loiret, nous parviennent des fruits et des feuilles de Melons qui sont attaqués par le *Sclerotinia libertiana* Fuckel. De Seine-Inférieure, nous recevons des plants de Melons envahis par le *Cladosporium cucumerinum* Ell. et Arth.

A Cavaillon, dans un terrain particulièrement humide, où la culture du Melon a été tentée sur l'emplacement d'anciennes tourbières, M. Joessel observe en juillet des cas de flétrissement brusque du Melon semblant consécutifs à la pourriture d'une certaine partie de la tige, pourriture accompagnée de la sécrétion d'une substance paraissant de nature gommeuse.

M. Joessel déclare que cette maladie semble être d'origine bactérienne et que l'infection parait avoir débuté à partir des plaies produites lors des pincements. M. Laprugne, Directeur des Services Agricoles, a observé la même maladie ou du moins une affection très voisine par ses apparences dans la région de Carpentras (Vaucluse).

Les flétrissements, constatés par MM. Joessel et Laprugne dans le Sud Est, sont peut-être identiques à ceux qui ont été étudiés à Toulouse par M. Nicolas et Mlle Aggery, et qu'ils attribuent à l'action de bactéries. Ces auteurs paraissent du reste vouloir identifier cette maladie avec celle que M. Dufrenoy a cru devoir rapporter d'abord à un *Fusarium*, puis à un *Verticillium*. Une assez grande confusion paraît donc régner à ce sujet (1, 2, 3, 4, 5).

Chénopodiacées. — La maladie qui sévit parfois fortement sur les Epinards (*Spinacia oleracea* L.) et que M. Nicolas et Mlle Aggery attribuent à l'action de plusieurs bactéries (6) ne se manifeste que faiblement cette année.

Monocotylédones. — L'Asperge (*Asparagus officinalis* L.) est attaquée çà et là par le *Rhizoctonia violacea* Tul.

Cultures fourragères.

Légumineuses. — Dans diverses régions, surtout dans le Midi, le Massif Central, etc., la Luzerne (*Medicago sativa*), subit les attaques du *Rhizoctonia violacea* Tul. Dans l'Aveyron, cette maladie sévirait en particulier dans les « Mourios », terrains où les arbres dépérissent, et qui, d'après M. Gard, correspondraient à des points où existent des poches d'eau.

On sait, du reste que M. Ducomet voit dans la sécheresse une condition prédisposante à la maladie, dont le déclanchement n'a lieu, il est vrai, qu'après intervention de l'eau sans laquelle le champignon ne pourrait évoluer.

Cultures Fruitières.

A. — Arbres a pépins (*Rosacées Pomées*).

1° *Tavelures* (*Fusicladium dendriticum* [Wallr.] Fuck et *F. pirinum* [Lib.] Fuck). — Sans doute à la faveur des nombreuses pluies, qui se suc-

(1) Nicolas et Mlle Aggery. — Une maladie bactérienne de quelques *Cucumis* (*Cucumis Melo* L. et C. *sativus* L.) (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, T. XVI, f. I, pp. 39-48, Paris, janvier 1928).

(2) Dufrenoy J. — Les maladies du Melon (*Annales des Epiphyties*, t. VII, pp. 417-418, Paris 1921).

(3) Dufrenoy J. — Etude expérimentale des relations des *Verticillium* et de leur hôte (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, t. XIV, p. 207-214, Paris 1927).

(4) Dufrenoy J. — Hadromycoses (*Annales des Epiphyties* t. XIII, pp. 195-212, f. 13, Paris 1927).

(5) Dufrenoy J. — Observations cytologiques sur une hadromycose des Melons (C.R. *Société Biologie* XCVI, pp. 1104-1107, Paris 1927).

(6) Nicolas et Aggery (Mlle A.). — Une maladie bactérienne de l'Epinard (*Revue de Pathologie Végétale et d'Entomologie Agricole*, t. XIV, pp. 120-141, Paris, avril-juin 1927).

cèdent presque sans interruption au printemps, les tavelures sont, durant cette saison, fréquentes sur le Poirier et le Pommier. Ces maladies existent à cette époque sur ces arbres dans le Nord, le Maine-et-Loire, la région de Paris, le Centre, le Midi. Entravé par la sécheresse de l'été le développement des tavelures reprend en fin de saison.

Cependant, dans la vallée du Rhône, d'après M. Joessel, la tavelure qui débute dès le débourrement, et atteint même des fleurs non épanouies. cause de graves dégâts en 1928, provoquant la chute d'un grand nombre de jeunes fruits et diminuant fortement la récolte sur des arbres abandonnés à eux-mêmes. Les variétés commerciales les plus attaquées, parmi celles cultivées dans la région, sont Saint-Jean et Giffard, dont la récolte, à Villeneuve-les-Avignon, en particulier, est presque réduite à zéro.

Dans le Vaucluse, M. Joessel constate d'assez graves attaques de tavelure sur Pommier.

2° *Chancre* (*Nectria ditissima* Tul). — Le chancre du Pommier ne présente ni une fréquence, ni une intensité anormales.

3° *Monilia* (*Stromatinia Cydoniae* Schell) sur Cognassier (*Cydonia vulgaris* L). — D'après M. Nicolas cette maladie sévit, comme chaque année, sur Cognassier dans toute la région de Toulouse. M. Joessel déclare que dans le Vaucluse, cette maladie est particulièrement nuisible au début du printemps 1928, amenant la chute de nombreuses fleurs, la dessication d'un grand nombre de feuilles et pousses feuillues. La récolte des Coings est très déficitaire. De nombreux fruits sont attaqués par le Monilia.

Stromatinia fructigena Pers, Rtz. Bos. — D'après M. Joessel, ce champignon est fréquent sur Poires, dans le Vaucluse, au moment de la récolte. Les dégâts, bien que non négligeables, n'ont toutefois pas présenté une réelle importance économique.

4° *Phyllosticta fusiforme* (Nicolas et Mlle Aggery). — Sur un Néflier du Japon (*Eriobotrya japonica* Kindl) recépé, du Jardin Botanique de Toulouse, ont poussé des rejets dont toutes les feuilles portent de nombreuses taches arrondies éparses ou marginales de 3 à 30 m/m de diamètre. M. Nicolas et Mlle Aggery constatent que celles-ci sont déterminées par un *Phyllosticta*, le *P. fusiforme*, qui parait être un parasite de faiblesse (1).

5° *Rouilles* (*Gymnosporangium* sous la forme *Roestelia*).

a) *Gymnosporangium Sabinae* (Dickson) Winter sous la forme *Roestelia cancellata* Rebent : s'observe çà et là. Aucune mention n'est faite des dégâts qui seraient déterminés par ce champignon.

b) *Gymnosporangium spec.* — A Gigondas (Vaucluse), M. Joessel

(1) Nicolas (G.) et Aggery (Mlle A.) : Un nouveau parasite d'*Eriobotrya japonica* (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, t. xv, fasc. 4-5, pp. 105-106. Paris avril-mai 1928).

observe sur quelques Cognassiers (*Cydonia vulgaris* Pers.), situés dans un endroit particulièrement frais au voisinage d'une fontaine, une très forte attaque de Rouille (*Roestelia*) sur fruits.

B. — Arbres a noyaux (*Rosacées Amygdalées*).

1° *Cloque du Pêcher et de l'Amandier* (*Exoascus deformans* (Berk.) Fuckel. — La Cloque est signalée sur Pêcher (*Persica vulgaris* Mill.), au printemps dans la plus grande partie de la France, aussi bien dans le Midi que dans le Nord.

L'efficacité des traitements cupriques hivernaux est constatée dans plusieurs régions.

D'après M. Joessel, dans la vallée du Rhône, sévit une très forte attaque sur les arbres n'ayant pas reçu le traitement d'hiver indispensable. Dans le courant de mai sont observés des dégâts particulièrement graves dans la région des Baux (Bouches-du-Rhône) non seulement sur les feuilles, mais encore sur les rameaux de l'année, qui sont complètement déformés, et présentant, sous l'action du parasite, un aspect fascié.

M. Joessel signale la fréquence, au début du printemps, de la Cloque, sur les Amandiers, *Amygdalus communis* L., de la vallée du Rhône.

M. Guyot fait connaître les procédés de lutte contre la Cloque du Pêcher (1).

2° *Cloque du Prunier* (*Exoascus Pruni* Sadebeck). — La Cloque du Prunier n'a que faiblement sévi dans les cultures du Sud-Ouest.

3° *Monilia cendré* (*Sclerotinia cinerea* Bon). — De graves dégâts sont occasionnés aux Cerisiers par le champignon, qui détermine la dessication de nombreuses fleurs. Le fait est signalé dans la région de Toulouse par M. G. Nicolas. M. Joessel observe de nombreuses Cerises atteintes du *Monilia* dans la région de St-Laurent-du-Pape (Ardèche). Le même auteur constate que, par ses attaques sur fleurs, rameaux et pousses feuillées, le Monilia éprouve sérieusement les Abricotiers dans toute la moyenne et la basse vallée du Rhône. Ses ravages s'exercent aussi bien entre Lyon et Valence que dans la région du Ventoux (Le Barroux, Caromb, Suzette, Reaumes de Venise) aux environs d'Avignon, sur les côteaux du Gard, la région des Baux et à Saint-Auban (Basses-Alpes). Les attaques sur fruits ne sont que médiocrement importantes.

4° *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.) Lév. — Dès le début de juin, attaque sur certains Pêchers (*Persica vulgaris* Mill.) en espalier, en Seine-et-Oise. M. Nicolas signale qu'à Toulouse certaines variétés de Pêcher portent le *Sphaerotheca pannosa* lorsqu'elles sont cultivées en espalier.

(1) Guyot (A.-L.) : La Cloque du Pêcher (*Bulletin Agricole, Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture*, 48e *année*, n° 1847, pp. 21-24 Paris, mai 1928).

5° *Fusicoccum Amygdali* Delacroix. — Aux environs d'Avignon, ce champignon est fréquent sur *Amygdalus communis* L., au début du printemps.

6° *Coryneum* (*Clasterosporium carpophilum* (Lév) Aderhold, (*Coryneum Beijerinckii* Oud.). — Les attaques de ce champignon sévissent sur les arbres à noyau et notamment sur Pêcher dans la plus grande partie de la France, mais elles paraissent être particulièrement graves dans le Midi. Dans la région de Valence et d'Avignon, M. Joessel observe sur le Pêcher, au printemps, de nombreux bourgeons desséchés par le Corynéum. Les Abricotiers (*Armeniaca vulgaris* Lam.) de la vallée du Rhône sont assez sérieusement éprouvés au printemps. L'attaque provoque la chute des fruits et une dépréciation de la récolte.

M. G. Arnaud constate qu'aux environs de Paris, certains Cerisiers, *Prunus Cerasus* L., sont gravement affectés par le Corynéum. Les altérations les plus sérieuses se produisent de l'automne à la floraison ou peu après. Le parasite se développe presque toute l'année. A l'automne, le Corynéum continue son attaque après la chute des feuilles et donne des taches sur les rameaux. Cette forme d'altération est moins grave sur le Cerisier qu'elle ne l'est sur le Pêcher. Il en résulte la mort de certains bourgeons et même de petits rameaux, de plus, ces taches portent des conidies qui peuvent servir aux infections de premier printemps. C'est peu après le départ de la végétation, au moment de la floraison ou un peu après, que la maladie prend une gravité maxima. Par temps pluvieux et froid, les bouquets de feuilles et de fleurs se flétrissent, noircissent, se dessèchent. La plus grande partie des fleurs disparait. Certains rameaux meurent à la suite de la destruction de toutes les pousses.

Les feuilles restantes et les fruits se tachent. Les dégâts sur les rameaux sont souvent accompagnés d'écoulement de gomme (1).

7° *Rouille* (*Puccinia Pruni-spinosae* Pers). — S'observe çà et là sur les arbres à noyaux et notamment sur le Prunier (*Prunus domestica* L.).

8° *Pourridié* par *Armillaria mellea* Vahl. — M. Joessel observe au Barroux (Vaucluse), un certain nombre d'Abricotiers attaqués par l'*Armillaria mellea*. Le même auteur a constaté l'existence de cette maladie sur un grand nombre d'Amandiers dépérissants dans la région de Saint-Auban (Basses-Alpes).

9° *Plomb*. — Le Plomb est fréquent dans certaines plantations. On l'observe dans diverses partie de la France. Sont atteints tous les arbres à noyaux, notamment Pêcher, Abricotier, Cerisier, etc.

M. Joessel observe quelques Abricotiers atteints de Plomb à Seyssuel.

(1) Arnaud (G.) : Le Coryneum du cerisier (*Bulletin Agricole Société Nationale d'Encouragement à l'Agriculture*, 49e année, n° 1853, pp. 7-8, Paris, janvier 1929).

Vienne (Isère), Tain (Drôme). Il n'a jamais eu l'occasion de voir des arbres atteints de Plomb plus au Sud que Valence.

Les relations entre cette maladie et le *Stereum purpureum* Pers. n'ont pu être établies, dans les cas que nous avons pu observer.

10° *Dépérissements de l'Abricotier* (*Armeniaca vulgaris* Lam.). — Les cas de mort brusque, dits par Apoplexie, sont, d'après M. Joessel, très fréquents dans la moyenne vallée du Rhône, au cours de l'été particulièrement chaud et sec. M. Pinelle a attiré l'attention de MM. Guyot et Joessel sur le nombre considérable des blessures graves qu'ont subies les arbres et sur l'insuffisance des soins culturaux dont ils sont l'objet. M. Joessel essaye de se rendre compte de la répercussion que peuvent avoir les traumatismes. Son attention est aussi attirée sur l'influence de la décalcification et de la pénurie en certains éléments du sol. (1, 2).

11° *Chlorose*. — Cette affection est extrêmement fréquente dans toute la vallée du Rhône et ne semble pas être en rapport bien net avec la teneur du sol en carbonate de chaux. Elle affecte soit l'ensemble d'un verger, soit le plus souvent, quelques arbres isolés au milieu d'arbres sains. Elle peut se produire, sans doute, dans les sols humides et compacts par suite de l'asphyxie du système radiculaire. En pépinière, où elle est très fréquente sur de jeunes arbres généralement isolés, principalement sur ceux greffés en franc. Elle paraît à M. Joessel en rapport avec la présence de zones nécrosées du bois, situées en-dessous de blessures ou de meurtrissures, faites lors du greffage ou des façons culturales.

C'est ainsi que M. Joessel constate à Vienne (Isère) l'existence de jeunes Pêchers chlorotiques, en terrain d'alluvion peu calcaire. Or, sur tous ces arbres existent des nécroses du bois causées par des blessures et notamment par la fente produite lors de l'enlèvement du brin de laine assurant la juxtaposition de l'écusson au porte-greffe. M. Joessel suppose que le caractère chlorotique est bien en relation avec les lésions observées, dans lesquelles l'examen effectué tant à Avignon qu'à la Station Centrale de Pathologie Végétale a permis de révéler l'existence d'un *Didymosphaeria*, champignon dont le rôle n'a pu être établi.

A Seyssuel (Isère) sur de jeunes Abricotiers existent des manifestations chlorotiques du même ordre.

(1) Guyot (A.-L.) : Considérations générales sur l'état sanitaire des plantations fruitières de la vallée du Rhône (*Revue de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, T. xv, fasc. 7, pp. 210-226, 1 pl., Paris, juillet, août, septembre 1928).

(2) Joessel (P.-H.) : Quelques maladies du Pêcher et de l'Abricotier dans la région rhodanienne. (Rapport présenté à la séance du 3 juillet de la Société d'Agriculture du Vaucluse : Rhône, Durance et Ventoux, 44e année, n° 75, septembre 1928). (*Progrès agricole et viticole*, T. lxxxx, n° 41, pp. 350-353, Montpellier, 7 octobre 1928, n° 44, pp. 370-374. Montpellier, 14 octobre 1928).

Noyer.

1° *Dépérissements.* — Ces dépérissements se manifestent avec une gravité, d'ailleurs variable, dans toutes les régions où le Noyer est cultivé.

On sait que M. Gard attribue ces dépérissements à deux causes :

1° le Pourridié par l'*Armillaria mellea* Vahl.; 2° une autre cause, qui aboutit à un dépérissement lent.

D'après M. Gard, la présence ou l'absence de Pourridié serait dans une large mesure liée à la proportion de calcaire contenue dans le sol arable. Les exceptions que subiraient cette règle résulteraient de l'existence dans le sol d'une certaine proportion d'eau, apportée soit par des sources superficielles, soit par des nappes profondes.

Dans les Charentes, le Pourridié augmente dès que la proportion de carbonate de chaux s'écarte de 20 à 25 pour cent. En Dordogne, en Corrèze, dans le Lot où la décalcification est beaucoup plus générale qu'en Charente, la maladie est fréquente. Si, en Limagne, les Noyers sont particulièrement beaux et vigoureux, sans doute, cet état est-il en rapport, non seulement avec une dose assez élevée de calcaire, mais aussi avec une richesse grande en éléments fertilisants habituels (azote, acide phosphorique, potasse).

M. Grand constate que dans l'Isère, le Noyer s'accomode très bien de terrains acides. Cet auteur cite des faits qui semblent indiquer que le Pourridié doit avoir souvent pour origine des traumatismes subis par les racines à la base du tronc.

Dans l'Isère, les carpophores d'*Armillaria mellea* sont nombreux à l'arrière-saison.

M. Gard estime que si on ne peut affirmer la résistance de *J. nigra* et *J. Sieboldiana*, on est porté à croire qu'ils se comportent mieux dans notre pays que ne le fait le *J. Hindsii*.

D'après M. Gard, les *Juglans regia* qu'à Saint-Marcellin, M. Guillot a greffés sur *J. nigra* et *J. cinerea* se sont jusqu'à présent montrés résistants au Pourridié.

Les méthodes de traitement qui sont préconisées par M. Gard et qui lui donnent des résultats satisfaisants sont : 1° Curetage et cautérisations sur le collet et les grosses racines, par sulfate de fer ou permanganate de potassium; 2° établissement d'une cuvette assurant une bonne aération et une bonne utilisation des matières fertilisantes, dont l'application judicieuse contribue au relèvement du Noyer; 3° chaulage, opération utile même dans certains sols, dans lesquels l'analyse révèle une proportion suffisante de calcaire, mais où celui-ci ne se présente sans doute pas sous une forme assimilable.

Par une application de matières fertilisantes, M. Gard arrive à enrayer

le déclin de Noyers atteints de la forme de dépérissement qui est caractérisé par un noircissement des parties aériennes et souterraines.

2° *Anthracnose* (*Gnomonia leptostyla* Fr. — *Marssonia Juglandis* Lib. Sacc.). — M. Grand constate que cette maladie acquiert en 1928, un faible développement dans l'Isère; il en signale les attaques sur fruits.

3° *Chlorose*. — M. Gard signale que, dans les Charentes, là où la Vigne est atteinte de chlorose, le Noyer l'est aussi, dans les sols dosant de 40 à 45 pour cent de calcaire et au cours des années à printemps humide, comme c'est le cas en 1928. Cependant, le *Juglans regia* paraît moins sensible que ne l'est la Vigne. Bien qu'il se chlorose parfois dans un terrain ne renfermant que 30 pour cent de Calcaire (Corrèze), le fait que, d'autre part, dans la Vienne, les Deux-Sèvres, le Berry, la Limagne, cet arbre reste sain dans les sols riches en calcaires, indique que nous sommes mal fixés sur le déterminisme de la Chlorose.

Vigne.

Accidents météorologiques. — Maladies physiologiques et maladies a cause inconnue.

1° *Chlorose*. — M. G. Kuhnoltz-Lordat classe les chloroses en deux catégories : celles qui ont leur cause dans la nature même de l'aliment donné à la plante (chlorose des aliments), et celles qui sont dues à l'influence de facteurs d'origine climatérique (chlorose climatique). Parmi les chloroses des aliments, l'auteur range celles dues au déficit ou à l'excès de l'un ou l'autre des éléments suivants : calcaire, manganèse, fer, soufre, azote (1).

MM. Ravaz, Lagatu et L. Maume, décrivent un cas spécial de Chlorose qui affecte des Vignes américaines greffées sur Rupestris (L.) (2, 3).

2° *Court-Noué*. — Le Court-Noué continue à préoccuper les Viticulteurs Aussi est-il l'objet de nombreux articles ou publications. Certains rapportent cette affection à une cause bien déterminée. (M. Busquet à une mauvaise adaptation du porte-greffe au terrain, ou du greffon au porte-greffe (4),

(1) Kuhnoltz-Lordat : Les chloroses (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 13, pp. 310-312, Montpellier, 25 mars 1928).

(2) Ravaz, Lagatu et Maume : Un cas spécial de chlorose des Vignes greffées (avec une planche en couleurs). (*Le Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 1, pp. 3-7, Montpellier, 1er janvier 1928).

(3) Lagatu et Maume : Etude biochimique de la chlorose de certaines vignes américaines greffées sur Rupestris. (*Le Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 5, p. 116-119, 29 janvier 1928; n° 6, pp. 137-140, 5 février 1928, n° 7, pp. 165-169, Montpellier. 12 février 1928).

(4) Busquet (A.) : Sur le Court-Noué. (*Le Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 15, pp. 354-357, 8 avril 1927).

M. J. Battail à une asphyxie partielle ou à une intoxication relative du système radiculaire (1) ; M. G. Benes à l'acidité du sol (2, 3, 4, 5).

D'autres auteurs estiment que des actions diverses interviennent dans la production de cet accident. Telle est l'opinion de MM. Bourdiol, Ravaz, Rives.

Pour M. Bourdiol, le Court-noué est un accident physiologique qui se manifeste à la suite de l'un ou de l'autre des cas suivants : 1° Une taille intempestive; 2° des écarts subits et excessifs de température durant le cycle végétatif de la vigne; 3° des conditions de milieu entraînant une asphyxie partielle des racines, etc. (6, 7). Nous avons fait connaître précédemment l'opinion de M. Rives (Voir *Annales des Epiphyties*, T. XIII, 1927, p. 126).

A la suite des controverses assez confuses, dont le Court-Noué a été l'objet, M. Ravaz croit devoir faire un exposé général sur la question. Il rappelle que le court-noué existe dans tous les pays à viticulture ancienne. On le rencontre dans tous les terrains et surtout aux points où l'eau tend à s'accumuler. Il constitue des taches d'abord limitées, qui s'étendent très lentement. Il envahit d'un seul coup de jeunes vignes, lorsqu'on plante celles-ci à la place d'une vieille vigne court-nouée. L'intensité de la maladie varie avec la température.

Après avoir décrit les caractères du Court-Noué, et les conditions dans lesquelles il se développe, M. Ravaz (8) est amené à formuler les conclusions suivantes :

1° Le Court-Noué affectionne certains terrains dont les caractéristiques dominantes sont l'humidité persistante du sol et du sous-sol, au moins à certains moments, ou la compacité ;

2° Il est transmissible par bouture et par greffe. (N'utiliser pour la multiplication que des sarments provenant de souches saines) ;

3° Il est contagieux, passant du sujet au greffon, et du greffon au sujet, et assez vite, d'un plant malade à un plant très voisin sain ; plus lentement, si les plants sont éloignés les uns des autres ;

(1) Battail (J.) : Contribution aux recherches sur le Court-Noué. (*Le Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 25, pp. 600-602, 17 juin 1928).

(2) Benes (G.) : Le Court-Noué. (*Le Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 22, pp. 524-529, 27 mai 1928).

(3) Benes (G.) : Sur le Court-Noué. (*Le Progrès agricole et viticole*, 45e année, n° 21, pp. 580-581, 10 juin 1928).

(4) Benes (G.) : Le Court-Noué. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 27, pp. 13-16, 1er juillet 1928).

(5) Benes (G.) : Le Court-Noué. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, pp. 37-39, 8 juillet 1928).

(6) Bourdiol : La fin d'une énigme végétale. (*Le Progrès agricole*, 45e année, n° 11 pp. 265-267, 11 mars 1928).

(7) Bourdiol : Le Court-Noué (fin). (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 27, pp. 17-19, 1er juillet 1928).

(8) Ravaz (L.) : Recherches sur le Court-Nqué. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 27, pp. 5-11, Montpellier, 1er juillet 1928).

4° Par suite de son extension, qui est très lente, il paraît rester localisé, formant des taches à certains endroits, où les conditions favorables à son évolution se réalisent le plus souvent ;

5° Cependant, il se déclare sporadiquement, par pieds isolés dans les parcelles de Vigne. Ces pieds, il conviendrait sans doute de les arracher, dès qu'ils apparaissent, afin d'éviter peut-être la formation d'une tache grandissante ;

6° Il n'y a probablement rien à faire pour guérir une vigne malade, ni peut-être pour assurer un développement normal à une jeune vigne établie à l'emplacement d'une vieille vigne court-nouée ; à moins que les effets d'un stérilisant et de la chaux mélangée au sol, que les expériences précitées ont mis en évidence, ne puissent être obtenus avec des quantités pratiquement utilisables.

L'efficacité de la chaux est souvent évidente. Agirait-elle en portant l'alcalinité du milieu à un degré sensible au parasite (les champignons redoutent l'alcalinité). Peut-être la chaux agit-elle en modifiant l'état physique du sol. En coagulant l'argile, elle rendrait la terre plus favorable à l'allongement des radicelles.

Maladies cryptogamiques.

1° *Oïdium* (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.). — L'Oïdium est signalé dès le mois de mai, dans l'Indre, le Gard, l'Hérault et l'Aude, département où, dès cette époque, il est abondant, tenace et où il deviendra très actif en juin. En juillet, les attaques seraient faibles dans la Sarthe, dans la Drôme et l'Hérault. En août, l'Oïdium est signalé dans l'Indre, la Sarthe, et dans l'Aude où le mal sévit fortement.

M. Ravaz écrit, le 7 octobre, qu'il y a eu d'assez fortes attaques en 1928. Les vignes mal défendues ont été très éprouvées; par contre, les soufrages se sont montrés efficaces (1). Le même auteur écrit que les étés secs sont, dans la région méridionale de la France, favorables à l'Oïdium. M. Ravaz rappelle que d'après des études dues à M. Rivera, les feuilles de tous les organes herbacés, rendus flasques à certains moments de la journée, par une dessication partielle, sont plus atteintes par l'Oïdium que celles dont les tissus sont gonflés (2).

2° *Mildiou* (*Plasmopara viticola* (Berkeley et Curtis). — Le 22 avril 1928, M. Ravaz écrit que les pluies copieuses qui se sont déversées sur la région de Montpellier, pendant les deux derniers mois ont hâté la décomposition des feuilles de vignes, tombées à terre, libérant ainsi les spores d'hiver. Ces œufs ont été peu nombreux sur vignes françaises; ils ont été plus nombreux sur feuilles de producteurs directs (lesquels portent au contraire relativement peu de conidiophores (3). M. L. Ravaz annonce le 6 mai

(1) Ravaz (L.) : Chronique. Oïdium. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 41, pp. 344-345, Montpellier, 7 octobre 1928).

(2) Ravaz (L.) : Sur l'Oïdium. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 47, p. 490, Montpellier, 18 novembre 1928).

(3) Ravaz (L.) : Chronique. A propos du Mildiou. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 17, pp. 397-400, Montpellier, 23 avril 1928).

que le Mildiou est apparu le 1er mai, dans les foyers artificiels de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier (1).

En mai, le Mildiou est signalé sur divers points, dans le Midi, mais il ne présente aucun caractère de gravité.

En juin, l'attaque du *Plasmopara viticola* se manifeste, d'ailleurs sans grande gravité, dans l'Est, le Centre, la région parisienne, l'Ouest, le Massif Central, le Sud-Est, les Landes.

La sécheresse qui règne en juillet entrave le développement du Mildiou, dont les attaques, du reste limitées, sont signalées dans la Marne et la Côte-d'Or (où, après une époque critique qui prend place le 20 juin, se produisent des attaques sur grappes), le Finistère (où la maladie apparaît dans les premiers jours de juillet et est arrêtée ensuite par la sécheresse), le Gard (où certaines Vignes ont beaucoup souffert).

En août, le Mildiou ne se développe que très faiblement, vu la sécheresse.

Cependant, les orages qui surviennent à la fin de ce mois, et en septembre, déclanchent de nouvelles attaques, qui se produisent à l'arrière-saison dans beaucoup de vignobles.

C'est ainsi que M. Ravaz écrit le 3 septembre, que les pluies, suivies de rosée et brouillard, ont favorisé dans la Vallée du Rhône, le développement du Mildiou, qui, jusqu'ici est resté bénin (2).

Le même auteur fait connaître que, partout où des pluies d'août sont tombées, le Mildiou a pu apparaître. Les brouillards, l'humidité atmosphérique, favorisent son développement. Il s'est attaqué de préférence aux pousses, qui se sont constituées depuis le sulfatage. Les feuilles sont couvertes d'efflorescences blanches. On peut redouter que ces attaques se tardives n'exercent une action entravante sur l'aoûtement et les matières de réserve (3).

M. Joessel déclare qu'à la suite des pluies du 15 août, le Mildiou réapparaît dans le Vaucluse à la fin de ce mois et dans le courant de septembre. L'attaque est bénigne dans le Vignoble, faible en pépinières bien tenues et fréquemment sulfatées de la région de Carpentras, Caromb et Sablet. Les pépinières négligées sont assez sérieusement éprouvées. L'attaque provoque une défoliation presque totale avec comme conséquence une insuffisante poussée de sarments et un très mauvais aoûtement des bois.

3° *Black-rot* (*Guignardia Bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz). — Le Blak-rot est signalé en mai dans l'Isère. En juillet, M. Gard observe quelques

(1) Ravaz (L.) : Chronique. Mildiou. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXIX, n° 19, p. 449, Montpellier, 6 mai 1928).

(2) Ravaz (L.) : Chronique. Mildiou. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 39, p. 296, Montpellier, 3 septembre 1928).

(3) Ravaz (L.) : Le Mildiou tardif. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 40, pp. 318 319, Montpellier, 30 septembre 1928).

foyers dans la région de Blaye (Gironde) et en Dordogne, à Villefranche-de-Longchapt. La perte est estimée à la moitié ou aux trois quarts de la récolte.

4° *Pourridié de la Vigne.* — a) *Rosellinia necatrix* (Hart.) Berl. — M. Gard constate des attaques de *Rosellinia necatrix* aux environs de Bordeaux, à Pressac (Gironde).

b) *Armillaria mellea* Vahl. — Des attaques d'*Armillaria mellea* sont signalées dans l'Aveyron.

5° *Rot blanc* (*Coniothyrium diplodiella* [Speg.] Sacc.). — M. Ravaz expose dans quelles conditions se développe cette maladie, et quels sont les dégâts qu'elle détermine (1).

6° *Excoriose* (*Phoma flaccida* Viala et Ravaz). — L'Excoriose, que MM. Ravaz et Verge définissent, et dont ils font connaître les effets ainsi que le traitement, est plus grave en 1928 qu'il ne le fut les années précédentes. Les sarments, surtout à la base, sont profondément crevassés. Leur résistance mécanique peut être ainsi amoindrie. Sur les souches les plus atteintes, beaucoup de sarments restent verts, ne se sont pas aoûtés. Ils sont craquelés, fendillés ou crevassés et noirâtres. Les grappes sont également envahies. Les feuilles ne le sont presque pas ou pas du tout.

Afin d'éviter la formation pendant l'automne et l'hiver des pycnides susceptibles d'émettre des stylospores, M. Ravaz conseille : 1° au cours de l'automne et de l'hiver, de faire une taille ou espoudassage relativement précoce; 2° de traiter avec une bouillie bordelaise concentrée (sulfate de cuivre, 4 kgs; chaux, 2 kgs; eau, 100 litres) ou une solution concentrée de sulfate de cuivre à 3 ou 4 pour cent (2,3).

7° *Pourriture grise* (*Sclerotinia fuckeliana* de Bary). — La pourriture grise est signalée en septembre dans divers départements (Gard, Aude, Var, etc...) notamment sur les raisins, qui ont été attaqués par la *Cochylis* et l'*Eudémis*.

Esca (*Stereum necator* Viala). — M. Joessel constate la fréquence de l'Esca dans le Vaucluse. M. Viala fait connaître l'existence dans le Midi des symptômes du Court-Noué sur des pieds atteints d'Esca (4).

M. Gard conseille de traiter contre l'Esca par de l'arséniate de soude incorporé à la bouillie bordelaise (5).

(1) Ravaz (L.) : Chronique. — Le Rot Blanc. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 27, pp. 3-4, Montpellier, 1er juillet 1928).

(2) Ravaz (L.) et Verges (G.) : L'Excoriose. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 19, pp. 450-458, Montpellier, 6 mai 1928, n° 20, pp. 475-480, 13 mai 1928).

(3) Ravaz (L.) : L'Excoriose. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 43, pp. 391-393; Montpellier, 21 octobre 1928).

(4) Viala (P.) : Recherches sur les maladies de la Vigne. Nouvelles observations sur l'Esca (*Revue de Viticulture*, T. LXVIII, n° 1765, pp. 265-269, Paris, 26 avril 1928 — T. LXIX, n° 1789, pp. 222-235, Paris, 11 octobre 1928).

(5) Gard (M.) : Sur le traitement de l'Apoplexie de la Vigne par l'Arséniate de soude. (*Journal Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, pp. 99-100, Paris, 4 février 1928).

Arbres forestiers et d'alignement

Chêne (*Quercus*). — L'attaque de l'Oïdium (*Microsphaera quercina* Schw. Burr.) ne présente aucune particularité digne d'être notée. Ce parasite se manifeste dans les taillis des Chênes têtards, dans toute la France.

Chataigniers. — *Maladie de l'Encre.* D'après M. Dufrenoy, la maladie de l'Encre continue ses ravages; elle s'étend aux splendides massifs de Châtaigniers de la région de Pompadour, Ségur (Corrèze), centres de production de la Châtaigne bourrue. L'extension des taches a vraisemblablement dû se faire au cours du printemps humide, mais les symptômes de la maladie ne sont devenus évidents sur les arbres qu'au début de la période de sécheresse qui sévit avec une telle gravité durant toute la belle saison.

Peupliers (*Populus*). — 1° *Cenangium populneum* (Pers.) Rehm *Dotichiza populnea* Sacc. et Br. — Les dégâts de ce champignon sont signalés par M. Gard sur les jeunes plantations de Peupliers de la Caroline de la Vallée de la Garonne.

D'autre part, la Station de Pathologie Végétale reçoit des échantillons de Peupliers attaqués par le *Cenangium* qui lui parviennent des diverses parties de la France : région de Paris, Aube, Marne, Loiret, Isère, etc...

Sans doute attribue-t-on parfois à tort à ce champignon des dégâts qui relèvent d'autres causes, encore mal définies.

2° *Rouille* (*Melampsora spec.*). — Cette urédinée est assez répandue dans diverses parties de la France, et elle ne paraît pas déterminer de très grands dégâts.

Platanes (*Platanus orientalis* L.). — Le *Gnomonia veneta* Sacc. et Speg (*Glœosporium nervisequum* Fuck Sacc. F.) attaque très fortement les Platanes des environs de Paris, au cours du printemps. M. Ducomet constate sa rareté à l'intérieur de l'agglomération parisienne et il en explique la raison (1).

Orme (*Ulmus campestris* L.; *U. montana*). — Les dépérissements des Ormes qui, d'après le travail de Wollenweber, paraissent bien être décidément dus au *Graphium Ulmi* Schwarz, se manifestent dans la plus grande partie de la France, du reste, avec une gravité variable suivant les endroits.

Pins (*Pinus*). — D'après M. Gard, à la suite des pluies de 1927, des maladies cryptogamiques assez graves se manifestent sur les semis de Pins maritimes du Sud-Ouest. La maladie, dite du Rouge, a provoqué la chute des aiguilles, et entraîné la mort de certaines plantes. Dans ces peuplements, se rencontre aussi la rouille vésiculeuse (*Peridermium Cornui* Rostr. et

(1) Ducomet (V.) : A propos de l'Anthracnose du Platane à Paris et dans la banlieue parisienne (*Bulletin de la Société nationale d'Horticulture de France*, 5e série, T. I, pp. 379-382, Paris, 9 août 1928.

Kleb.). On observe également la maladie du Rond et des cas de Pourridié dû à l'*Armillaria mellea* Vahl.

Cultures méridionales

Olivier (*Olea europaea*). — M. Joessel observe dans la région de Barroux (Vaucluse) des tumeurs dues à la présence du *Bacterium Savastanoi* E. F. S. Dans certaines localités du Vaucluse, les arbres souffrent particulièrement en 1928, d'une attaque de *Lecanium oleae* et de Fumagine (*Fumago vagans*). Dans le Var, se constate la chute abondante des Olives due, tant à la sécheresse qu'aux attaques du *Dacus oleae*.

Phanérogames parasites

Le Gui (*Viscum album* L.), n'est que trop fréquent.

Le *Phelipaea ramosa* C. A. Mey est assez répandu dans certaines plantations de Tabac du Sud-Ouest. Les Orobanches (*Orobanche* spec.), sont signalées sur les Luzernes et Trèfles du Tarn. Les Rhinanthes (*Rhinanthus*, spec.), seraient fréquentes dans les céréales de la Lozère.

M. Bussard a inventé un appareil destiné à extraire la grosse Cuscute (*Cuscuta europaea* L.) du Trèfle violet (*Trifolium pratense* L.) (1).

Plantes adventices

Dès le mois de février, dans l'Ouest et le Centre, beaucoup de céréales sont envahies par les mauvaises herbes qui se développent à la faveur d'un hiver humide et doux. Les conditions qui règnent en mars, avril et mai permettent à cette végétation adventice de continuer à croître. Et il en est ainsi dans la plus grande partie de la France. On signale notamment que les Céréales, qui ont été éclaircies par la gelée de décembre, se trouvent particulièrement envahies par les herbes qui ont conquis la place qu'occupaient les plantes tuées par le froid.

D'après M. A. Bachala, dans les champs de blé du Sud-Ouest, se produit une invasion de Folle Avoine (*Avena fatua* L.) plus intense que de coutume. Cela tient vraisemblablement à des assolements défectueux, à une incomplète préparation des terres, mais aussi aux pluies incessantes du printemps. En mai, la Folle Avoine prédomine à tel point sur le Blé, que certains cultivateurs décident d'effectuer une récolte en vert.

(1) Schribaux : Un nouveau décuscuteur (*C. R. Académie Agriculture*, T. XIV, pp. 54-59 1928.)

M. Bachala préconise le traitement suivant :

Moissonner le Blé envahi, coupant le chaume à 12 à 15 centimètres, et incendier ensuite après prélèvement de la récolte. Une faible partie des grains tombés à terre est tuée par le feu, une autre partie est incitée à germer. Immédiatement après incinération, faire une façon culturale superficielle, véritable grattage du sol, à l'aide d'un pulvériseur à disque ou du cultivateur, pour que, à la faveur d'une légère pluie, la germination de la Folle Avoine s'effectue. Attaquer de nouveau le sol avec un petit labour de 6 à 8 cm. de profondeur, afin de détruire les plantes qui ont germé, et de mélanger à la terre les semences qui auraient pu échapper à la première façon. Ensemencer sur la terre ainsi travaillée, un fourrage annuel : Seigle fourrager, Trèfle incarnat, Vesce, Fenru-grec. — Les graines des plantes mises en terre fin septembre, ou courant octobre, donnent avec la Folle Avoine, née dans les cultures une récolte de fourrage vert en avril-mai ; la grenaison des mauvaises herbes sera ainsi évitée. — Dès enlèvement de la récolte, reprendre les façons culturales en augmentant progressivement la profondeur des labours pour essayer de provoquer la germination des graines de Folle Avoine. — A la culture des plantes fourragères faire succéder celle des plantes sarclées (Maïs, Sorgho, Pomme de Terre, Betterave, Haricot) que l'on s'appliquera à maintenir très propre par binages répétés. — Des graines de Folle Avoine peuvent avoir glissé par les crevasses ou avoir été trop profondément enfouies par les labours. — Faire une jachère cultivée, durant laquelle on augmentera progressivement le labour. — La culture du Blé qui suivra aura ainsi été débarrassée non seulement de la Folle Avoine, mais encore des mauvaises herbes (1).

M. Dalseme indique une méthode destinée à assurer la destruction du Chiendent (*Cynodon Dactylon* Rich ; *Agropyrum repens*, P. Beauv. F. (2).

Les substances herbicides sont en général, écrit M. E. Burban (3), des substances chimiques, qui peuvent présenter à l'égard du sol et des plantes, une toxicité permanente ou passagère. En grande culture, c'est aux herbicides à toxicité passagère que l'on s'adresse, tandis qu'au contraire, on accorde un intérêt particulier, en vue du nettoiement des avenues, aux substances véritablement toxiques. — Parmi les premières : sulfate de fer, acide sulfurique, nitrate de cuivre, acide nitrique. — Parmi les secondes : perchlorates, chlorates, permanganate, hypochlorites, divers composés chlorés, crüd à haute dose. — Ce sont les acides forts, c'est-à-dire les plus dissociés, qui constituent les herbicides les plus énergiques.

Tandis que seules, les façons culturales permettent de lutter contre les graminées spontanées, on peut, contre d'autres plantes Crucifères, Papaveracées, Scrophulariacées, Composées, etc..., employer fort utilement des procédés chimiques. Parmi ceux-ci, l'acide sulfurique est le plus usité. Le traitement tend même à se généraliser dans une grande partie de la France. M. Rabaté, qui est le promoteur de cette méthode, établit un parallèle entre des traitements salés et les solutions acides (1).

M. G. Fron propose de répandre du bisulfate de potasse à raison de

(1) Bachala (A.) : Les Blés et la Folle Avoine. (*Le Progrès agricole et viticole*, T. LXXXX, n° 27, pp. 12-13, Montpellier, juillet 1928).

(2) Dalseme (E.). — La destruction du chiendent. (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXX, fasc. 13, pp. 252-253, Paris, 31 mars 1928).

(3) Burban (E.). — Les Herbicides (*Journal d'Agriculture Pratique*, T. XXXXIX, n° 20, pp. 392-395, Paris, 19 mai 1928).

200 à 900 kgs à l'ha. Ce corps, qui coûte environ 70 francs les 400 kgs est à la fois un bon herbicide et un engrais potassique. (Il contient en effet environ 30 pour cent de potasse.) Répandre avec semoirs à engrais par temps humide, ou rosée persistante (2).

D'après M. Jaguenaud, employée comme désherbant des champs de céréales, la sylvinite finement moulue donne des résultats assez divergents. Ce produit s'agglomère par l'humidité. Son efficacité croît avec le degré de finesse de la mouture. En hiver, l'épandage devrait s'effectuer sur des plantes couvertes d'une forte gelée blanche ou de rosée. La sylvinite n'agit que directement. C'est dire que des feuilles, auxqulles le produit n'adhère pas, ne sont pas atteintes. L'action varie suivant les plantes. Sont facilement que directement. C'est dire que des feuilles, auxquelles le produit n'adhère détruites Sanves (*Sinapis arvensis* L.), Ravenelles (*Raphanus Raphanistrum* L.), Vesces (*Vicia spec.*). Sont assez résistantes les Renoncules (*Ranunculus spec.*), Bleuet (*Centaurea Cyanus* L.), Nielle (*Lychnis Githago* Scop). Sont très résistantes les Céréales, Graminées, Gesses.

La sylvinite additionnée de cyanamide constitue un mélange désherbant plus actif que la sylvinite seule. Une poudre formée de sylvinite 4, phosphate finement moulu 2, cyanamide 1 fournit de meilleurs résultats (3).

M. J. Faugeras Schiff déclare que l'arsénite de sodium (4) se montre efficace à la dose de 4 kgs d'arsenic blanc (acide arsénieux) dilué dans 160-180 litres d'eau. Le végétal absorbe par ses racines du toxique qui envahit toutes ces parties dans la proportion variant de 0,007 à 0,188 pour cent. L'aspersion aérienne donne des résultats très incertains, même pour les végétaux à feuilles et rameaux tendres. Dans une terre renfermant 0,04 pour cent d'arsenic, les graines semées lèvent bien, mais leur développement ultérieur se trouve gravement affecté. C'est le Seigle qui se montre le plus résistant et les légumineuses sont au contraire très sensibles. Pour éviter que les animaux domestiques s'empoisonnent, il est donc indispensable d'ajouter aux arsenicaux des substances repoussantes.

(1) Rabaté : La destruction des mauvaises herbes dans les emblavures (*Journal d'Agriculture pratique*, T. xxxxix, n° 21, pp. 415-417, Paris, 26 mai 1928).

(2) Fron : Emploi du bisulfate de potasse pour la destruction des plantes adventices (*Progrès agricole et viticole*, T. xxxxix, n° 9, pp. 215-217, Paris, 26 février 1928).

(3) Jaguenaud : La sylvinite en poudre comme desherbant. (*C. R. Académie d'Agriculture*, Paris, 30 mai 1928).

(4) Faugeras-Schiff (J.) : Peut-on utiliser les sels d'arsenic pour détruire les mauvaises herbes ? (*Rev. Vitic.*, T. lxviii, n° 1755, pp. 101-104, Paris, 16 février 1928). L'article 11 du décret du 14 septembre 1916 interdit formellement l'emploi de tous les sels d'arsenic « pour la destruction des mauvaises herbes dans les allées des jardins, dans les cours et les terrains de sport » et dans certaines cultures (cultures fourragères, maraîchères) ; seul l'emploi des composés arsenicaux *insolubles* est autorisé dans certaines cultures (voir *Journal officiel* du 19 septembre 1916). L'emploi de l'arsenite de soude, qui est soluble, est donc interdit en agriculture.

RAPPORTS SOMMAIRES

SUR LES TRAVAUX ACCOMPLIS DANS LES LABORATOIRES EN 1928

STATION CENTRALE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE

Rapport de M. Et. Foex, *Directeur.*

1. — *Rouilles des Céréales :* Les fortes gelées de décembre 1928 ayant presque complètement détruit la collection des Blés, qui avait été semée au Centre Agronomique de Versailles, aucune observation sur les Rouilles n'a pu y être effectuée en 1928. Les résultats obtenus en 1925, 1926, 1927, dans les diverses stations, qui ont collaboré à ce travail, ont été dépouillés. Les observations de 1928 ne nous étaient pas encore toutes parvenues, un rapport d'ensemble les concernant ne pourra être établi qu'ultérieurement.

2. — *Carie du Blé:* Conformément aux instructions données par le Directeur de l'Institut des Recherches Agronomiques, des essais ont été effectués pour comparer l'efficacité fungicide des sels mercuriques à celle des autres produits qui ont été recommandés contre la Carie.

M. Guyot a effectué ce travail conformément au programme que nous lui avons tracé.

Des résultats obtenus, peuvent être tirées les conclusions suivantes :

Les différents sels de cuivre expérimentés en poudrage se sont révélés aptes à réduire, dans une mesure très sensible, le nombre des épis cariés; mais, seul, l'acétate neutre de cuivre a pu entraver totalement la Carie.

L'action du sulfate de cuivre en solution s'est montrée assez irrégulière; l'efficacité apparaissant d'autant mieux marquée que la durée de séjour dans la solution désinfectante était plus longue.

Le chaulage consécutif à l'immersion de la semence dans la solution de sulfate de cuivre semble diminuer l'action préservatrice de cette dernière, puisque, pour une concentration et une durée de séjour dans le bain identiques, il a été noté : 8,4 pour mille d'épis cariés sans chaulage : 27,7 pour mille d'épis cariés avec chaulage.

Le bichlorure de mercure, insuffisamment actif à la concentration de 0,125 pour cent, s'est montré parfaitement efficace à la concentration de 0,25 pour cent.

Le formol a assuré la suppression totale de la Carie, sauf pour la concentration la plus faible (1 pour mille), combinée avec la durée de séjour dans le bain la plus réduite (une demi-heure), conditions pour lesquelles nous avons noté 7,1 pour mille d'épis cariés.

Parmi les préparations mercurielles expérimentées, seule, la préparation n° 1 à base de cyanomercuricrésolate de soude a permis une protection parfaite de la céréale contre la Carie; la préparation n° 2, à base de chlorophénate de mercure, s'est révélée assez irrégulière dans son action préservatrice; la préparation n° 3 à base de mercure-cuivre-arsenic, a laissé subsister (sauf pour une concentration de 5 pour mille, combinée avec une durée de séjour dans le bain de 1 à 2 heures) une proportion manifestement trop élevée d'épis cariés, du même ordre que celle obtenue par le simple lavage, à l'eau pure, des grains contaminés, et de toutes façons incompatibles avec les exigences d'une culture rationnelle.

3. — *Piétin* : Les études sur le Piétin se sont poursuivies en 1928 dans les mêmes conditions que les années précédentes. Le programme et la méthode de travail sont restés les mêmes.

L'état du terrain, dans lequel avaient été entrepris les essais au Centre Agronomique de Versailles, est devenu tel que ceux-ci ont dû être abandonnés.

Des essais que Mlle Gaudineau, a, en collaboration avec son Père, et avec le concours de l'Office Agricole du Lot-et-Garonne, effectués à Fazanis (Lot-et-Garonne), aucune conclusion ne peut être tirée.

4. — *Helminthosporioses de l'Orge* : Au cours d'un voyage au Maroc, nous avons observé aux environs de Rabat et de Marrakech, une maladie qui procure à l'Orge qui en est atteinte, un aspect rappelant celui d'un Blé affecté par l'*Ophiobolus graminis*. L'examen microscopique, les cultures et les inoculations ont permis à M. Rosella et à nous-même, de montrer que le mal était dû à l'attaque de l'*Helminthosporium sativum* (1).

D'autre part, au Maroc également, nous avons constaté la fréquence des taches foliaires déterminées par l'*Helminthosporium gramineum*.

5. — *Une maladie du grain de Blé:* En Seine-et-Marne, en juillet, a été constatée une maladie, caractérisée par la couleur améthyste prise par le grain, lequel est transformé en un sclérote. Autour de cet élément, croît un pseudoparenchyme lâche, qui est revêtu de fructifications endoconidiennes. Celles-ci répondent sans doute à une anomalie de la forme sphacélienne du *Claviceps purpurea* (2).

(1) Foex et Rosella : Un Piétin de l'Orge déterminé par l'*Helminthosporium sativum* (Annales des Epiphyties, T. xii, fasc. 4, pp. 269-271. Paris, 1929).

(2) Foex et Rosella : Sur une forme endoconidienne accompagnant une Sclérote constituée dans un épi de Blé. (*Bulletin de la Société Mycologique de France*, T. xliv, 4e fascicule, pp. 349-359. Paris, 1929).

6° *Maladie verruqueuse de la Pomme de Terre* (*Synchytrium endobioticum* (Schilb) Perc.). — Les résultats obtenus dans le champ d'expériences de Russ, figurent dans le rapport de M. Ducomet.

7. — *Mildiou du Houblon* (*Pseudoperonopora Humuli*) : Cette maladie a été étudiée par M. Millasseau qui a révélé le mycélium du champignon dans tous les organes du Houblon : tiges, feuilles, bractées stipules, pétioles, pousses spiciformes. La vitalité de ceux des filaments mycéliens, qui ont été rencontrés dans les parties ligneuses de la plante, n'a pu être établie. Pour M. Millasseau, il n'est donc pas absolument démontré que le champignon arrive à hiverner dans la souche. L'auteur a étudié avec précision le suçoir, la conidiophore, les conidies, les œufs (1).

9. — *Maladies du Cassissier* : MM. G. Arnaud et J. Barthelet étudient les dépérissements du Cassissier qui sévissent en Côte-d'Or, et qui paraissent devoir être rapportés à un champignon encore indéterminé.

9. — *Mosaïque du Tabac.* — Au retour d'une mission aux Etats-Unis, où il a trouvé des conditions exceptionnellement favorables à l'étude des maladies à virus affectant les plantes, M. Dufrenoy s'est attaché à faire l'inventaires de celles de ces affections, qui attaquent les végétaux spontanés ou cultivés en France.

L'examen des tissus vivants atteints de Mosaïque, a permis à M. J. Dufrenoy de vérifier la présence dans les cellules de diverses inclusions décrites en Amérique.

10. — *Dépérissement du Noyer:* La maladie qu'étudie M. J. Dufrenoy ne diffère peut-être pas de celle que M. Gard qualifie de dépérissement lent par noircissement. M. J. Dufrenoy, dont les observations ont été faites dans les Noyeraies du Limousin, du Lot et du Cantal, décrit les symptômes suivants : Chlorose du feuillage, rabougrissement général, existence dans le bois de la tige ou des racines de cordons noircis ou brunis. Au niveau de ceux-ci les vaisseaux sont encombrés de thylles, tandis que les cellules du parenchyme ligneux ne montrent plus de vacuole colorable par le rouge neutre, mais sont bourrés de produits noirâtres résultant de l'oxydation des composés phénoliques vacuolaires.

Contre ces dépérissements, qui correspondraient soit à un manque d'eau, soit à une carence alimentaire, on peut songer à lutter par apport de matières fertilisantes. Les meilleurs résultats semblent avoir été obtenus par l'emploi de mélanges de cyanamide (2 à 3 kgs) avec du sulfate de fer (3 à 5 kgs).

11. — *Maladies du Châtaignier* : Dès son retour d'Amérique, M. J. Dufrenoy a repris son étude de la maladie de l'Encre.

(1) Millasseau (J.) : Contribution à l'étude morphologique du *Pseudoperonospora Humuli* (*Annales des Epiphyties*, T. xiv, n° 3, pp. 175-198, mai-juin 1928).

12. — *Maladie du Mûrier:* En collaboration avec M. Secretain, Directeur de la Station séricicole d'Alès, et grâce au concours de la compagnie des chemins de fer P.L.M., MM. Arnaud et Barthelet ont poursuivi leurs recherches sur la maladie noire ou « feu volant ».

13. — *Maladie des arbres d'alignement et des arbres forestiers.* — A la demande de la Ville de Paris, MM. Arnaud et Barthelet se sont livrés à des recherches sur les dépérissements de l'Ailante. Les résultats jusqu'ici obtenus viennent confirmer ceux de M. Mangin, qui avait montré que la maladie est d'origine physiologique. Sur les arbres malades se développent divers champignons demi-saprophytes, dont le plus fréquent est le *Verticillium albo-atrum*. Ont également été observés un *Phomopsis*, et dans parties très altérées, un *Fusarium* et une Polyporée.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE PARIS

Rapport de M. Paul Marchal, *Directeur*

1° Études sur la biologie des Insectes nuisib es et sur les moyens de les combattre.

Le Doryphora de la Pomme de terre a été étudié sur place dans son pays d'origine par M. Trouvelot, chargé de mission aux Etats-Unis. Il a étudié les conditions d'équilibre qui règlent, en Amérique, les multiplications plus ou moins grandes du Doryphora suivant les années et suivant les régions ; si l'Insecte prend pied d'une façon définitive en Europe, l'organisation de la lutte, telle qu'elle est actuellement comprise en France, devra être graduellement modifiée et on devra adopter l'emploi de pulvérisateurs à grand travail pour l'usage de bouillies mixtes permettant à la fois de lutter contre le Doryphora et le mildiou. Dès maintenant un gros effort doit être tenté en vue de l'acclimatation, dans notre pays, d'insectes parasites ou prédateurs du Doryphora, et M. Trouvelot, en union avec la Station centrale de Paris et avec la Station de Bordeaux (Grande-Ferrade), a exécuté un travail considérable pour s'assurer en Amérique les collaborations et les correspondants utiles, pour réaliser les premières récoltes fournissant un matériel d'élevage et préciser la technique nécessaire à la multiplication des parasites utiles. Des envois importants faits à titre expérimenta dans différentes conditions ont, en outre, été adressés à Bordeaux. Ils ont en particulier porté sur une Mouche Tachinaire fort utile en Amérique et portant le nom significatif de *Doryphorophaga*. S'il était possible de la multiplier en Europe sans ses hyperparasites, elle pourrait jouer dans notre pays un rôle plus constant et plus efficace encore que dans son pays d'origine

L'étude morphologique et biologique de l'un des plus grands ennemis de nos vergers, le Puceron lanigère, a été achevée cette année et a fait

l'objet d'une monographie publiée dans les *Annales des Epiphyties* (1). Le cycle biologique de l'Insecte, comportant des migrations et des générations alternantes ou une parthénogénèse indéfinie, a été étudié conformément aux deux types qu'il présente dans sa patrie primitive (Amérique du Nord) et dans les autres pays du monde où il a été importé. La résistance de ses plantes nourricières et l'utilisation pratique des données recueillies à cet égard ont fait l'objet de chapitres spéciaux. L'étude des parasites et prédateurs du Puceron lanigère, sur lesquels de nouvelles données ont été réunies, ainsi que celle de divers moyens de lutte ont été réservés pour un mémoire ultérieur.

L'apparition en Champagne en 1928 d'un nouvel ennemi de la Vigne s'attaquant aux inflorescences en détruisant une bonne partie des boutons dans certains vignobles a causé dans la région un assez vif émoi. Cet ennemi a été identifié à la Station de Paris comme étant la larve d'une Cécidomyie déjà connue en Allemagne depuis 1906 où elle avait été décrite par Rübsaamen sous le nom de *Contarinia viticola*. L'étude de cet Insecte a été poursuivie par voie d'enquête sur place et d'après des échantillons rapportés ou envoyés à la Station (2). Les pulvérisations ou poudrages à base de nicotine paraissent devoir être préconisés.

M. Balachowsky, antérieurement attaché à l'Insectarium du Jardin d'Essais d'Alger et nommé depuis le mois d'octobre 1928 chef des travaux à la Station centrale d'Entomologie, a poursuivi ses études sur les cochenilles et leurs parasites. Elles ont porté notamment sur le *Chrysomphalus aonidum* L., Diaspine très nuisible aux Orangers aux environs d'Alger (3), et sur différentes espèces nouvelles de Coccides provenant du Maroc, de l'Algérie et de la Tunisie (4).

Les conditions d'existence de l'Eudémis de la Vigne dans l'Afrique du Nord (plantes diverses susceptibles de l'héberger, existence d'une quatrième génération) ont d'autre part fait l'objet d'une autre publication du même travailleur (5).

Les ravageurs souterrains (lutte au moyen des appâts empoisonnés), les Insectes nuisibles aux plantes potagères et horticoles ont donné lieu

(1) Marchal (P.) : Etude biologique et morphologique du Puceron lanigère du Pommier (*Eriosoma lanigerum* Hausmann). (*Annales des Epiphyties*. XIV, pp. 1-106).

(2) Vayssière (P.) : La Cécidomye de la Grappe (*Contarinia viticola* Rübs.) en Champagne (*C. R. Acad. d'Agric.*, année 1928, p. 906-910).

(3) Balachowsky : Contribution à l'étude des Coccides de l'Afrique mineure (3e note). *Chrysomphalus aonidum* L. Biologie, traitements (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. du Nord*. XIX, p. 156-180, 1928).

(4) *Ibidem*, p. 80-81 et p. 121-144, et *Bull. Soc. Entom. France*, décembre 1928.

(5) Note sur la Biologie de l'Eudémis (*Revue agric. Afrique du Nord*, 1928).

enfin à diverses études ou articles de MM. Willaume (1) et Douence (2).

2° Organisation de la lutte contre les ennemis des plantes

M. P. Vayssière ayant assisté au Congrès international d'Entomologie qui s'est tenu en août à Ithaca (Etat de New-York) a profité de son séjour aux Etats-Unis pour étudier dans ce pays l'organisation de la lutte contre divers fléaux des cultures importées d'Asie ou d'Europe tels que la Popillie du Japon et la Pyrale du Maïs. Dans une note présentée à l'Académie d'Agriculture (novembre 1928), il a montré que le premier de ces Insectes représente pour l'Europe une grave menace et appelé l'attention sur les mesures qui permettraient d'empêcher son introduction ou de le combattre. Il a visité d'autre part, dans le même pays, plusieurs Stations de désinfection qui lui fournirent une documentation importante en vue d'installations similaires en France (3).

Poursuivant ses travaux concernant les Acridiens nuisibles, M. P. Vayssière a publié une mise au point des travaux récemment parus dans les diverses contrées sur ces Insectes (4). L'invasion du Criquet pèlerin dans l'Afrique du Nord de 1927-1928 ayant mis au premier plan le problème acridien, il provoqua dans diverses organisations coloniales un mouvement qui se traduisit par des vœux émis en vue de la constitution, sous le contrôle de l'Institut international de Rome, d'une mission pour l'étude biologique de cette dernière espèce, en particulier dans ses régions permanentes et en utilisant les nouveaux et puissants moyens dont ne pouvaient disposer les anciennes missions concernant les Sauterelles africaines.

M. F. Willaume a été chargé par le Service de défense des végétaux, d'organiser le contrôle des cerises à destination de la Grande-Bretagne au port de Boulogne, contrôle qui paraît, pour ce port, avoir donné satisfaction aux exigences des destinataires. A cette occasion, M. Willaume, collaborant avec M. Verguin, de Bordeaux, a réuni des observations sur les variétés plus ou moins attaquées par la Mouche des cerises et sur la marche de l'infestation suivant les régions.

(1) Willaume (F.) : Les ravageurs souterrains (*Revue de Zool. agric. et appliquée*, nos 1 et 3, 1928).

(2) Douence (A.) : Sur une invasion de Tipules (*Revue de Path. vég. et d'Entom. agric.*, juin 198). — Les Chenilles tordeuses du Rosier (*Revue Générale d'Horticulture et Cultures fruitières*, juin 1928). — Les dégâts des Cétoines dans les roseraies ; moyens de lutte (*Bull. agric. Soc. Encour. à l'Agric.*, août, sept., octobre 1928). — La Vanesse de l'Artichaut (*Revue générale d'Hort. et cultures fruitières*, nov. 1928). — La Zygène paresseuse (*Aglaope infausta* L. *Ibidem*, décembre 1928).

(3) Vayssière (P.) : Quelques remarques sur les Stations de désinfection aux Etats-Unis (*Revue de Pathol. vég. et d'Entom. Agric.*, décembre 1928).

4) Vayssière (P.) : Le problème acridien (*Matériaux pour l'étude des calamités*, no 17. Genève, 1928).

3° Recherches sur les insecticides et sur divers moyens de lutte contre les ennemis des cultures

Durant l'année 1928, M. F. Willaume s'est principalement attaché à l'étude des bouillies ou émulsions utilisables pour les traitements d'hiver des arbres fruitiers. De nouvelles formules à base d'huiles anthracéniques paraissant réaliser un notable progrès ont été établies. Elles seront expérimentées au cours de l'hiver 1928-1929 comparativement à diverses préparations connues et à certains produits commerciaux présentant une composition similaire.

M. Doucnce poursuit actuellement une révision générale des différentes méthodes de lutte basées sur l'utilisation des appâts et plus particulièrement des appâts empoisonnés pour la destruction des ravageurs et notamment celle des larves souterraines telles que larves de Taupins et larves de Tipules.

M. Balachowsky a publié en 1928 les résultats de ses observations faites en Algérie sur l'action des divers insecticides employés contre les Cochenilles nuisibles à l'arboriculture (bouillies sulfo-calciques, bouillies aux huiles minérales, acide cyanhydrique, chloropicrine, etc.). Ils ont été consignés dans diverses revues et dans une note à l'Académie des Sciences (1).

On doit remarquer que l'efficacité des traitements insecticides employés pour détruire les Cochenilles des arbres fruitiers ou autres végétaux est fort variable suivant les espèces que l'on considère et est d'autant plus grande que l'espèce se trouve moins bien protégée par ses téguments, ses sécrétions ou son bouclier. M. Balachowsky a fait à cet égard une intéressante étude des principales espèces nuisibles et indiqué pour chaque espèce l'insecticide et la concentration les mieux appropriés (2).

4° Travaux relatifs à la lutte par les méthodes biologiques

Des excursions effectuées dans la région parisienne au cours de l'année 1928 ont montré que l'*Aphelinus mali* avait spontanément élargi d'une façon considérable son aire de dispersion. Les foyers que j'avais créés à l'aide de cages ou de sacs de dispersion à Antony, à Bourg-la-Reine et à

(1) Remarques sur la valeur comparative de divers insecticides appliqués contre les Cochenilles nuisibles en Algérie. (*Rev. Path. vég. Ent. agric.*, p. 138-144, 1928).

Utilisation de la chloropicrine contre les Cochenilles nuisibles aux orangers et aux dattiers (en collaboration avec M. Piedallu). (*C. R. Acad. Sc.*, 16, p. 671, oc. 1928).

Note sur l'action des fumigations cyanhydriques sur les œufs de *Eulecanium corni* B (*Rev. Path. Vég. et Ent. Agric.*, oct. 1928.)

Méthode pratique pour contrôler la mortalité des différentes Cochenilles nuisibles aux Aurantiacées après l'application d'un insecticide (*Rev. Agric. Afriq. du Nord*, 17 et 24 août 1928).

(2) Contribution à l'étude des Coccides de l'Afrique Mineure (3e note. *Chrysomphalus aonidum*, biologie, traitements. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique Nord*, xix, p. 156-180, 1928).

Châtenay, sont aujourd'hui réunis et l'insecte a gagné de lui-même les territoires des communes avoisinantes (Massy, Verrières, Fresne, Sceaux, Bagneux, l'Hay, Chevilly). Sur tous les Pommiers portant du Puceron lanigère que j'ai pu observer dans les vergers de cette région, s'étendant sur 10 kilom. carrés environ, j'ai trouvé, en quantité souvent abondante, des Pucerons aphélinisés. D'autres foyers ont été en outre reconnus comme ayant persisté dans la région parisienne, et il ne paraît pas douteux que l'acclimatation de l'utile insecte soit définitivement assurée. Des nouvelles très favorables, en ce qui concerne l'extension naturelle des foyers, nous sont, en outre, parvenues de l'Orne, de l'Eure-et-Loir et de la Sarthe. Plus au nord, les résultats restent beaucoup plus incertains. L'efficacité de l'intervention de l'Aphelinus s'accentue par contre dans les pays méridionaux et l'enquête que nous faisons à cet égard dans tous les endroits où il a été acclimaté, nous apporte de ces régions et en particulier de l'Afrique du Nord, de l'Italie et de l'Espagne des résultats particulièrement satisfaisants.

La question de l'utilisation des Trichogrammes parasites des œufs des Insectes est à l'étude; nous avons conservé, par multiplication dans les œufs de divers Lépidoptères, la lignée à reproduction parthénogénétique exclusive que nous avions obtenue de pontes de Tortricides recueillies dans la Creuse en 1926.

La biologie des ennemis du Doryphora (*Doryphorophaga*, *Perillus*, etc.) a été étudiée par M. Trouvelot au cours de sa mission aux Etats-Unis; leur élevage a été entrepris à titre expérimental dans leur pays d'origine et une série d'envois les concernant ont été effectués à Bordeaux en vue d'essais visant leur acclimatation.

STATION DE ZOOLOGIE DES VERTÉBRÉS UTILES ET NUISIBLES

Rapport de M. A. Chappellier, *Directeur*

L'année 1928 aura été pour la Station des Vertébrés encore une année de préparation et d'organisation.

Les études, déplacements et démarches nécessaires aux installations, ainsi que la direction et la surveillance de ces dernières ont demandé une grande part du temps du personnel. En conséquence, les travaux de la Station n'ont pu être poursuivis que partiellement.

Les recherches de la Station ont porté sur les Rongeurs, les Corbeaux et les Hérons.

M. Rode, chef de travaux, se consacre plus spécialement aux Mammifères, cherchant à perfectionner ou à mieux utiliser les cultures de *Bacillus typhi murium*, ou les appâts empoisonnés.

M. Chappellier continue l'étude des Corvidés et de leur migration.

Un collaborateur, n'appartenant pas au personnel de la Station, M. Jean Dalmon, a reçu une mission de l'Institut des Recherches Agronomiques pour recherches sur la biologie du Freux (migration et mue du bec).

Un autre correspondant de la Station, M. Adrien Legros, a, par baguage et par étude sur le terrain, commencé un travail d'ensemble sur le Héron cendré.

La Station a participé officiellement à deux Congrès. MM. Chappellier et Rode ont apporté leur concours à des Sociétés en groupements scientifiques dont les travaux et les publications se rattachent à ceux de la *Station*.

Mammifères

Recherches de laboratoire. — Influence des radiations ultra-violettes sur le *Bacillus typhi murium* (Virus Danysz). Influence de la dessiccation sur la même bactérie. — Il importait de savoir quelle est, au juste, l'action des radiations solaires sur le virus Danysz qu'on répand dans les champs pour la destruction des Campagnols.

Par des recherches théoriques sur les cultures bactériennes et pratiques sur les animaux, M. Rode a montré que l'intensité des radiations ultra-violettes solaires était pratiquement sans effet sur le virus. On pourrait donc répandre le virus par temps ensoleillé ; mais si le soleil n'agit pas par ses radiations, il est cependant néfaste au virus parce qu'il dessèche la culture microbienne sur le grain. Le *Bacillus typhi murium* ne résiste pas à cette dessiccation et meurt. D'où un certain nombre de précautions à prendre au moment de l'utilisation (imprégnation et épandage).

Ce travail est publié dans les *Annales des Epiphyties*.

Appareils pour empoisonnement permanent des Rongeurs. — Afin d'opérer une destruction continue des Rongeurs qui mangent, même en petite quantité, mais d'une façon régulière les graines et les plantules dans les champs, la Station des Vertébrés a expérimenté des appareils en verre de provenance étrangère. Ces appareils installés un peu partout dans les champs contiennent une dose de grains ou autres appâts empoisonnés, que les Mulots ou Campagnols peuvent librement venir prendre.

Des essais ont été effectués à la ferme de l'Institut Agronomique de Noisy-le-Roi, et sur le terrain de la Station de génétique du Centre des Recherches de Versailles.

Les résultats obtenus sont excellents. Les appareils sont d'une utilisation très facile. Le grain préparé à la station des Vertébrés, permet de tuer les Mulots à la dose d'un grain en l'espace de 3 à 4 heures.

La Station des Vertébrés étudie actuellement le moyen de faire fabriquer des appareils analogues en France, afin de faire connaître ce procédé qui pourrait rendre d'immenses services à l'agriculture et empêcher des

invasions de Campagnols et Mulots par un traitement préventif continu.

La dose de 20 gr. de grain par appareil est mangée en l'espace de quelques jours, sur un terrain où les dégâts sont insignifiants, ce qui montre bien la présence constante des petits Rongeurs.

Parcs à Rongeurs et boîtes à Souris. — Destinés à l'élevage sur le terrain et au laboratoire. Pour ses travaux, la Station des Vertébrés a continuellement besoin de matériel vivant : Souris, Rats, Campagnols, Mulots.

Pour la conservation et l'élevage de ces animaux, des parcs ont été construits sur le terrain affecté à la Station : huit petits parcs pour couples. Chacun d'eux est formé de deux anneaux en ciment superposés; ils ont 0 m. 90 de diamètre intérieur et 0 m. 60 de hauteur. Le parc est enfoncé dans le sol, à une profondeur de 0 m. 55. Le fond est tapissé d'un grillage mobile, à mailles de 1 centimètre, le parc est ensuite rempli de terre jusqu'à mi-hauteur.

Les parcs sont recouverts d'un grillage mobile pour protéger les occupants contre les incursions des animaux de rapine, fréquents aux alentours du Centre de Recherches.

Un parc carré de 1 m. 50 de côté est en construction, basé sur les mêmes principes; il sera plus tard recouvert d'une cage haute en grillage.

Pour les animaux conservés au laboratoire, en vue d'expériences ou d'essais de virus, un système de cage a été étudié et vient d'être réalisé sur nos indications.

Ce modèle comprend deux parties une cage de circulation, et un « dortoir » fermé et séparé à volonté, les deux parties ayant chacune leurs fermetures propres. Le système permet d'éviter le froid, nuisible à la santé des animaux. Les deux parties, promenoir et dortoir, sont galvanisées et stérilisables à l'autoclave, ce qui leur donne un gros avantage sur les cages en bois que l'on construisait jusqu'ici.

Congrès international du Rat. — La Station des Vertébrés de l'Institut des Recherches Agronomiques a été représentée au Congrès International du Rat, qui s'est tenu à Paris, du 16 au 22 mai, par M. Rode.

M. Rode a présenté à cette occasion deux communications.

1° Essai sur l'alimentation d'un Rat noir. Recherche d'un appât.

Cette note contient les résultats d'une série d'expériences de trois mois ayant pour but de rechercher les préférences alimentaires des Rongeurs, afin d'adopter un appât pour leur capture.

2° La pâte de farine de blé, appât et milieu de culture bactériologique pour la destruction du Rongeur.

Cette dernière note a été publiée dans le n° 7 (juillet 1928), dans les *Annales d'Hygiène industrielle et sociale*, et paraîtra *in extenso* dans le compte rendu du Congrès.

Au cours de ses travaux, le Congrès International du Rat a émis le vœu

que l'étude du Rongeur soit poursuivie par le moyen d'enquêtes. La Station des Vertébrés, qui avait déjà cette question dans son programme, va commencer une *Enquête sur les Rongeurs de France*.

Oiseaux

Hérons. — Recherches sur leur répartition en France, leurs migrations et déplacements et les pertes qu'ils peuvent causer à la pêche et à la pisciculture. M. Adrien Legros, collaborateur de la Station, s'est attaché à l'étude

M. Adrien Legros, collaborateur de la Station, s'est attaché à l'étude de nos Hérons français et, plus particulièrement, du Héron cendré; il a commencé un relevé des héronnières : celles-ci, peut-être, sont plus nombreuses qu'on ne l'admettait ; plusieurs d'entre elles, se ramenant à quelques couples. M. Legros a entrepris la baguage méthodique des jeunes dans une héronnière du Pas-de-Calais ; plusieurs reprises sont venues, apportant un premier faisceau de résultats encourageants. Il y aurait intérêt à voir M. Legros poursuivre ses recherches et même à les lui faciliter.

Il y aurait intérêt à voir M. Legros poursuivre ses recherches et même à les lui faciliter.

Corbeaux. — Recherches sur leur biologie et leur migration. — M. Chappellier a continué les baguages de Freux, jeunes pris au nid, ou adultes capturés au filet.

Les reprises, peu nombreuses en 1927, ont très sensiblement augmenté en 1928. Ceci tient, en partie, probablement au hasard, mais aussi à ce que les baguages de la Station commencent à être mieux connus, tant en France qu'à l'étranger. C'est le résultat d'une active correspondance, qui ne pourra que s'intensifier dans l'avenir.

Les résultats acquis ne peuvent fournir que des conclusions actuelles et temporaires.

Il semble que les Freux bagués au nid, dans des corbeautières, aient tendance à rester, ou à revenir, dans la région où ils sont nés. Parmi les reprises faites dans ces conditions, un Freux a été tué couvant, un an après son baguage; un autre a été tué au bout de deux années sur la corbeautière même où il avait été bagué.

Les Freux bagués au moment de la passe dans le Doubs ont été repris au-dessous de la Loire. Il paraît donc vraisemblable que les immigrants qui pénètrent par la trouée de Belfort soient distincts des Freux habitant nos régions à corbeautières.

La Station vient d'avoir une première reprise à l'étranger : un Freux bagué dans le Doubs le 5 novembre 1925 a été tué le 24 janvier 1928 près de Bedzane, en Yougoslavie, à 970 km. de son point de capture. Ce Freux est le deuxième dont on ait la provenance, après un autre bagué non loin

de Moscou, et repris aux environs de Landernau, dans le Finistère (M. Chappellier a publié l'histoire de ce Freux russe).

Un point de la biologie du Freux est à fixer, qui se trouve en relation étroits avec l'étude de la migration : c'est le processus de la chute des plumes à la base du bec. Sur la proposition de M. Chappellier, l'Institut des Recherches Agronomiques a bien voulu accorder une mission à M. Jean Dalmon, collaborateur de la Station des Vertébrés. M. Dalmon s'est rendu, au mois de novembre dernier, dans le Doubs, pour y recueillir de nouveaux renseignements sur les passages et la capture des Corbeaux ; il va, à la prochaine saison des nids, compléter le matériel qu'il récolte pour étudier, microscopiquement sur le mort et le vivant, et histologiquement la chute des plumes.

Vautours. — Vautour fauve et Percnoptère existent encore en très faible quantité sur certains points de nos montagnes ; ils sont maintenant presque localisés dans les deux départements des Hautes et Basses-Pyrénées. Sur l'initiative de M. le Docteur Rochon-Duvigneaud, qui étudie ces Oiseaux depuis longtemps, la Station des Vertébrés a obtenu de M. le Directeur général des Eaux et Forêts au Ministère de l'Agriculture, une intervention auprès de MM. les Préfets des deux départements ; le résultat a été aussitôt acquis, favorable, et, par deux articles spéciaux des arrêtés sur la chasse des Hautes et Basses-Pyrénées, les Vautours et les Percnoptères, espèces des plus utiles et menacées de disparition, sont maintenant protégées.

Congrès International de Genève. Réunion du Comité International pour la Protection des Oiseaux. — M. Chappellier a représenté officiellement le Ministère de l'Agriculture à ce Congrès et y a fait diverses communications.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE CHALETTE-MONTARGIS

Rapport de M. L. Gaumont, *Directeur*

Les travaux de 1928 ont porté sur :

1° l'étude de la biologie des Syrphides prédateurs d'Aphides;

2° la lutte contre les ravageurs des pépinières;

3° la lutte contre le Ver des cerises;

4° la dispersion d'Insectes ou de plantes utiles. — *Aphelinus mali*, Pyrèthre de Dalmatie.

Enfin, la Station a servi de direction technique aux Syndicats de Défense des cultures de la région.

1° Etude de la Biologie des Syrphides prédateurs d'Aphides.

Cette étude déjà commencée en 1927 a été continuée cette année ; j'ai pu observer le mode d'hivernage des larves, et, en mars-avril, leur transfor-

mation en pupes, puis en adultes. J'ai de plus suivi l'évolution de quelques espèces à génération annuelle unique frappées d'asthénie larvaire dès la fin de mai et restant à l'état torpide jusqu'en mars de l'année suivante. J'ai recueilli au cours de mes élevages de nombreux parasites appartenant aux genres *Bassus*, *Homocidus*, *Leptocryptus*, *Amblynotus*, *Megaspilus*, *Ceraphron*, *Pachyneuron*, *Tetrastichus* et *Chiloneurus*, dont une étude plus détaillée sera tentée en 1929.

2° Lutte contre les ravageurs des pépinières.

L'application de traitements insecticides est maintenant faite aussi souvent que besoin est dans les grandes pépinières ; mais, préoccupés au point de vue commercial, les horticulteurs vont de préférence aux bouillies ou produits qu'ils trouvent tout préparés dans le commerce; le bénéfice net de la pépinière par unité de surface étant élevé, ils sont en général peu portés à rechercher l'économie sur la main-d'œuvre ou sur les produits utilisés ; aussi est-il fait un très grand emploi des bouillies cupriques, sulfocalciques et arsenicales du commerce.

Les Courtilières et autres ravageurs souterrains sont toujours l'objet de leurs préoccupations. Divers essais ont été faits dans les cultures en utilisant le cyanure de calcium, le gaz sulfureux, le sulfure de carbone et la chloropicrine.

Le Ver des cerises est toujours d'actualité, notamment dans la commune d'Olivet, où les cultivateurs sont gros producteurs de ces fruits. La méthode officiellement recommandée : fagotins de cerisiers imprégnés de glucose arsénié protégés par des cabanettes suspendus dans les arbres — a été tentée autant qu'il a été possible. En raison de l'insuffisance de la récolte de Bigarreaux, les mouches se sont portées sur les merisiers qui bordent les routes, seuls producteurs de fruits. C'est sur ces arbres que la méthode a été appliquée : à cause de l'extrême abondance des Pucerons (*Myzus cerasi*) et par suite de miélat, les fagotins semblent avoir été peu visités par les mouches. En plusieurs points la destruction des *Myzus* a été faite à la vapeur nicotinée projetée par l'appareil Naudin. La question du Ver des cerises est de nouveau à reprendre, les procédés jusqu'ici préconisés étant totalement insuffisants.

3° Dispersion d'Insectes et de Plantes utiles.

(*Aphelinus mali*, Pyrèthre de Dalmatie)

Des excursions faites autour de Montargis à la fin de l'année 1928 nous ont permis de nous rendre compte que la dispersion de l'*Aphelinus* était réalisée sur un foyer qui s'étend à toutes les vallées d'un territoire formant un carré de 10 à 15 kilomètres de côté.

En raison des traitements chimiques répétés, appliqués contre le Puceron lanigère dans les pépinières de l'Orléanais, les essais antérieurs n'ont pas permis jusqu'ici d'y constituer des centres persistants de multiplication. Cette année un foyer a été créé au jardin botanique sur de vieux cordons qui n'ont été l'objet d'aucun traitement; un foyer semblable a été établi dans un jardin fruitier situé au milieu des pépinières. En septembre, les deux colonies semblaient assez nombreuses.

La culture du Pyrèthre de Dalmatie a été tentée à Olivet et aux Aydes, pays de grosse production potagère et fruitière; les cultivateurs ayant obtenu de bons résultats en utilisant les fleurs fraîches semblent décidés à étendre de plus en plus cette culture.

4° Directions techniques aux Syndicats de Défense des Cultures.

Ce n'est qu'en 1928 qu'une lutte rationnelle contre les ravageurs des cultures a été organisée dans la région orléanaise par la création de Syndicats de Défense. Conseiller technique de ces Associations, j'ai été appelé à diriger les traitements faits en commun, notamment ceux aux vapeurs de lysol appliqués aux fruitiers de hautes tiges de la région d'Olivet en décembre-janvier-février, à organiser aux Aydes et à la Barrière-Saint-Marc la lutte contre les ennemis des Asperges (Criocère et Platyparée), à la Barrière-Saint-Marc celles qui ont été dirigées contre le Ver des fruits et contre l'Eudémis.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE BORDEAUX

Rapport de M. Feytaud, *Directeur*

Les travaux de la Station pendant l'année 1928 ont eu surtout pour objet : le Doryphore de la Pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), la Vanesse de l'Artichaut (*Vanessa cardui* L.), la Mouche des Cerises (*Rhagoletis cerasi* L.), le Ver cordonnier des prunes (*Hoplocampa* sp.), l'Altise de la Vigne (*Haltica ampelophaga* Guér. Mén.), le Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* Hausm.), les Pucerons gallicoles, la Tenthrède de la Rave (*Athalia spinarum* Fabr.), les Termites, les Campagnols.

Doryphore. — Comme conseiller technique du Service de la défense des végétaux, le Directeur de la Station a dû, ainsi que les années précédentes, se tenir au courant de la situation doryphorique, prendre part à des réunions de comités, donner maints avis et rédiger maints rapports concernant la lutte. Il a dû en outre organiser et surveiller les centres de nettoyage créés en Limousin pour l'évacuation des excédents de pommes de terre des zones de protection.

Les travaux de recherches n'en ont pas moins été poursuivis activement avec la collaboration de M. Meilhan.

Une dizaine de couples isolés le 6 juin ont été tenus en observation pendant 3 mois (6 juin-5 septembre). 9 de ces 12 couples ont donné chacun plus de 1.000 œufs et cinq plus de 1.500. Le nombre maximum des œufs déposés par une femelle s'est élevé, pour une durée de 3 mois, à 2.461 et pour le mois le plus favorable à 1.196.

Des essais d'élevage ont été renouvelés sur diverses espèces de Solanées, en prenant pour point de départ des œufs recueillis sur feuillage de Pomme de terre. Les larves sont mortes dès les premiers jours sur Aubergine, Tomate et Tabac, après dix jours sur *Lycium barbarum:* seule la Morelle noire (*Solanum nigrum*) permit d'arriver au stade d'insecte parfait.

Les essais comparatifs d'insecticides n'ont pas été abandonnés. L'arséniate de magnésie a donné des résultats à peu près semblables à ceux de l'arséniate de chaux. Les pâtes commerciales à l'arséniate de plomb ont encore offert la meilleure adhérence et la meilleure tenue sur le feuillage. Des formules à base de pétrole, d'huile de pin, d'acide cyanhydrique ont donné des résultats négatifs.

M. Feytaud a observé en plein champ les effets mortels de la grande sécheresse sur des lots de Doryphores adultes privés du feuillage de Pomme de terre. Il a constaté de nouveau, avec M. Dieuzeide, l'attaque des larves par la Guêpe, *Polistes gallicus* L., et noté celle des œufs par les larves de *Chrysopa vulgaris* L.

Grâce au séjour aux Etats-Unis de M. B. Trouvelot et avec sa précieuse collaboration, on a pu entreprendre les premiers essais de transport et d'élevage d'insectes américains prédateurs et parasites ennemis de *Leptinotarsa : Lebia grandis* Hentz., *Perillus bioculatus* Fabr., *Doryphorophaga doryphorae* Riley et *D. aberrans*, dont plusieurs sujets sont parvenus vivants au laboratoire de la Grande Ferrade. Cette tentative, qui est une œuvre de patience, sera continuée en 1929.

M. Bruneteau, rentrant du service militaire après 18 mois d'absence, a terminé son étude anatomique du *Leptinotarsa decemlineata* adulte : appareil digestif, appareil excréteur, système nerveux, organes génitaux.

Vanesse de l'Artichaut. — Un vol de *Vanessa cardui* L. s'étant abattu au printemps sur les plantations d'Artichauts du canton de Blanquefort, M. Meilhan en a profité pour faire des observations sur ce Lépidoptère, au laboratoire et en plein champ, et pour entreprendre des essais de pulvérisations

Les arséniates de plomb et de chaux, les mélanges savon-pyrèthre, pétrole-huile de pin, de même que certains liquides à base d'acide cyanhydrique, donnèrent, en application sur les œufs, des résultats négatifs, tandis que la nicotine arrêtait nettement l'éclosion.

Sur les chenilles, de bons résultats furent constatés avec la nicotine d'une part, avec les arsenicaux de l'autre.

En plein champ, la méthode qui a le mieux réussi consiste à couper et enfouir (ou brûler) une partie des feuilles envahies et à traiter les autres à la solution savon-nicotine.

Des essais de contamination des chenilles par les spores de *Beauveria effusa* répandues en pulvérisation sur les feuilles ont été suivis de succès.

Mouche des cerises. — M. Verguin a poursuivi l'étude biologique de *Rhagoletis cerasi* L. grâce à des élevages au laboratoire; il a observé la ponte et fait des essais de toxicité, avec divers produits, sur l'insecte adulte.

De nombreux pièges-appâts toxiques furent mis en fonctionnement dans plusieurs plantations du Lot-et-Garonne et du Tarn-et-Garonne, où les mouches furent malheureusement beaucoup trop clairsemées pour permettre des comparaisons. Il en fut de même pour les essais d'attractivité entrepris en Gironde d'après la méthode de Poutiers.

Ver cordonnier des prunes. — M. Feytaud a continué ses observations sur les Hoplocampes des fruits en organisant sur deux points des essais préliminaires de traitement du sol dans des cadres d'expériences où furent distribués ensuite des lots de prunes véreuses; mais le nombre des coques retrouvées après criblage fut trop faible pour permettre de conclure.

Plusieurs femelles d'Hoplocampe capturées sur les fleurs du Prunier se rapportent à une espèce autre que l'*H. fulvicornis* Fabr.

Altise de la Vigne. — En même temps qu'une tentative d'élevage et de multiplication de *Zicrona coerulea* L. prédatrices de larves d'Altises, M. Feytaud a repris l'étude de la fécondité des femelles d'*Haltica ampelophaga* Guér.Mén. Sur cent couples isolés, nourris et surveillés chaque jour au point de vue de la ponte, 21 produisirent plus de 100 œufs, 8 plus de 150 et le maximum atteignit 206.

Puceron lanigère. — Quelques formules insecticides furent essayées contre le Puceron lanigère du Pommier, avec plus ou moins de succès.

Plusieurs nouveaux centres de propagation de l'*Aphelinus mali* Hald. ont été créés au cours de cette année. On a remarqué le maintien d'un bon nombre d'élevages précédemment établis et la diffusion de certains d'entre eux à plusieurs kilomètres de distance. L'acclimatation définitive de cet auxiliaire dans le Sud-Ouest paraît donc être un fait accompli.

Pucerons gallicoles. — M. Dieuzeide a terminé auprès de la Station une thèse ayant pour sujet le rôle des Pucerons en phytopathologie. Son mémoire renferme, avec une vue générale sur les Aphidocécidies, des observations personnelles sur les Pucerons des Pistachiers, des Peupliers et de l'Ormeau.

Tenthrède de la Rave. — Contre l'*Athalia spinarum* L., M. Verguin a fait des applications comparatives de formules au pétrole, au pyrèthre et à la nicotine. Celle-ci s'est montrée nettement supérieure.

Termites. — Tout en poursuivant ses études de systématique et de biologie, M. Feytaud a perfectionné la méthode de désinfection des édifices envahis par les *Reticulitermes*, notamment en ce qui concerne le drainage des murs. Il a entrepris en outre des observations sur l'attaque produite par ces mêmes Insectes dans un groupe de vignobles de la région.

Campagnols. — Des foyers de multiplication des Campagnols ayant été reconnus en Gironde, M. Verguin a fait avec succès sur un point l'application de virus Danysz, sur un autre celui de l'extrait de Scille.

Essais d'insecticides. — En dehors des essais de traitements insecticides ou ratitides se rapportant aux questions qui précèdent, quelques expériences comparatives ont été entreprises par M. Meilhan sur les jus résiduaires des manufactures de tabac. Ces jus ont été efficaces à fortes doses contre les chenilles de la Piéride du Chou; leur examen mérite donc d'être poursuivi.

Divers. — Des observations biologiques et des essais de moindre importance ont été faits sur :

L'Eudémis (*Polychrosis botrana*) et la Cochylis (*Clysia ambiguella*) ;

Le Malacosome (*Malacosoma lusitanicum*), nuisible dans certains vignobles et jardins ;

La Cécidomyie de la Violette (*Perrisia affinis*) ;

L'Hylobe (*Hylobius abietis*) et la Pyrale (*Dioryctria splendidella*), parasites du Pin maritime ;

L'*Hylotrupes bajulus*, destructeur de charpentes;

Le *Lasioderma serricorne*, ravageur du tabac en magasin ;

La Scolopendrelle (*Scutigerella immaculata*) nuisible dans les champs de Maïs.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE SAINT-GENIS-LAVAL

Rapport de M. A. Paillot, *Directeur*

I. — Biologie d'Insectes nuisibles

1° *Pucerons du Pêcher.* — En dehors des deux espèces habituelles (*Anuraphis amygdali* Buckt. et *Hyalopterus pruni* F.) étudiées il y a quelques années en collaboration avec J. C. Faure, on rencontre actuellement une troisième espèce dont les dégâts sont importants dans la vallée du Rhône et la région lyonnaise. Cette espèce détermine un recroquevillement des feuilles dès le départ de la végétation; elle a été identifiée par

L. Gaumont avec le *Myzus persicae*. Les observations faites cette année avaient pour but d'étudier plus particulièrement le mode d'hibernation des trois espèces de Pucerons rencontrées sur Pêcher et de rechercher la possibilité de les détruire par des traitements d'hiver.

Myzus persicae Sulz. passe l'hiver à l'état d'œufs; ceux-ci, noirs brillants, sont déposés à la fin de l'automne, à la base des bourgeons des rameaux de l'année.

Anuraphis amygdali Buckt. hiverne sous la forme d'adulte. On le rencontre habituellement sur les racines ; mais, lorsque le temps est doux, il peut se maintenir aussi sur les parties aériennes ; il mène donc une vie plus ou moins active pendant l'hiver et peut même se multiplier.

2° *Puceron du Fraisier*. — Une espèce d'Aphis, non encore déterminée, a été rencontrée en abondance à St-Genis-Laval sur Fraisiers appartenant à la variété dite « Ananas ». Des faits intéressants concernant les Fourmis qui vivent en commensales avec les Pucerons ont été mis en évidence par M. Pussard. Trois espèces ont été rencontrées : *Lasius emarginatus* Latr. dont quelques colonies vivaient dans un tas de pierres et sous les écorces d'un Cerisier voisin des Pucerons; *Myrmica scabrinoides* Nyl. et principalement *Tetramorium caespitum* L., dont les petites colonies très abondantes sous les pierres isolées avaient édifié de véritables manchons de terre autour des pétioles des feuilles de Fraisiers chargées de Pucerons. Parmi ces derniers, il a été observé quelques larves d'*Allothrombium fuliginosum*, Acarien très commun qui, d'après les auteurs, se nourrit des Pucerons dont il suce l'intérieur du corps au moyen de ses crochets. Les mêmes larves ont été observées se nourrissant aux dépens de pontes de Pyrale du maïs, d'œufs de Pucerons divers et de Cochenilles.

L'Aphis du Fraisier donne des sexués en novembre ; les femelles aptères déposent leurs œufs le long du pétiole des feuilles; ceux-ci, jaune-verdâtres au début, noircissent ensuite comme ceux de *Myzus persicae*.

3° *Cerambyx Scopolii* Laich. — Cet Insecte xylophage avait été signalé en 1927 comme parasite de l'Abricotier dans la vallée du Rhône. Des observations concernant sa biologie ont été faites par M. Pussard dans le jardin de la Station où un vol très important d'adultes a été constaté le 27 mai. Il paraît bien démontré maintenant que les larves de *Cerambyx Scopolii* sont capables, à elles seules, d'entraîner la mort de grosses branches et même d'arbres tout entiers.

Dans l'acte de la ponte, a noté M. Pussard, la femelle, comme celle de beaucoup d'autres Insectes, est surtout guidée par un réflexe dû à la nature rugueuse de l'écorce. Sur écorce lisse, l'Insecte ne pond pas; mais si l'on perfore l'écorce, on constate que la femelle pond dans les anfractuosités artificiellement produites.

La durée de vie des adultes est remarquablement longue : des individus capturés le 27 mai ont pu être conservés vivants au laboratoire jusqu'au mois d'août.

Les essais de destruction des œufs par bouillie nicotinée n'ont donné aucun résultat positif.

4° *Niptus hololeucus* Fald. — Les observations sur ce parasite des maisons dont les dégâts dans la région lyonnaise avaient été signalés en 1927, ont été poursuivis cette année par M. Pussard. Entre autres faits importants, il y a lieu de signaler que l'insecte peut se nourrir des substances les plus variées d'origine animale ou végétale; mais il semble avoir une prédilection marquée pour les hydrates de carbone; il cause des dégâts importants aux étoffes, surtout celles de soie ; mais il semble que l'action nuisible de l'insecte soit conditionnée par la présence d'hydrates de carbone sur l'étoffe. Contrairement à l'opinion de certains auteurs, les bois sains ne sont pas attaqués. Dans le tube digestif des adultes, derrière la valvule cardiale, on observe toujours la présence d'une Grégarine analogue à celle que l'on rencontre ordinairement dans le tube digestif des Desmestes. L'espèce n'a pu être identifiée jusqu'ici.

II. — Procédés de lutte contre les Insectes nuisibles

1° *Pucerons du Pêcher.* — En trempant des rameaux couverts d'œufs de *Myzus persicae* dans la bouillie nicotinée ou les émulsions d'huile minérale en bouillie cuprique, on détermine la destruction rapide de ces œufs. Les résultats sont beaucoup moins nets en plein champ. Si l'on traite les Pêchers à la bouillie bordelaise nicotinée quand les bourgeons commencent à se développer, on obtient d'excellents résultats ; à ce moment en effet, la plupart des Pucerons sont éclos et peuvent être observés à la surface des bourgeons en voie de développement.

Contre l'*Anuraphis amygdali* et le *Hyaloplerus pruni*, les traitements d'hiver ne peuvent avoir qu'une efficacité partielle. Il est toutefois possible d'obtenir des résultats satisfaisants contre la première espèce en traitant les Pêchers au moment où les Pucerons sont en majeure partie sur les parties aériennes.

2° *Aphis du Fraisier.* — La plantation de Fraisiers dans laquelle ont été faites les observations biologiques concernant ce Puceron, a été pulvérisée le 9 juin avec une macération de poudre de pyrèthre (récolte faite dans le jardin de la Station) dans l'eau de savon blanc (formule mise au point par la Station : savon blanc : 1 kg; poudre tiges-fleurs 2 k. 500 ; eau : 100 litres). Les résultats furent excellents.

3° *Pucerons divers.* — Des expériences de laboratoire sont en cours pour étudier l'action des huiles minérales en bouillie bordelaise, de la

bouillie bordelaise nicotinée, de la bouillie sulfocalcique et de la solution faible de formol sur les œufs d'hiver d'un certain nombre de Pucerons d'arbres et arbustes fruitiers. Des essais en plein champ seront faits d'après les indications données par les expériences de laboratoire.

4° *Niptus hololeucus.* — Les essais de destruction par les vapeurs de paradichlorobenzène et le gaz sulfureux n'ont pas donné de résultats satisfaisants; par contre les vapeurs de chloropicrine se montrent très actives contre l'Insecte à tous ses stades de développement. Une première expérience faite au laboratoire a montré que la chloropicrine employée à la dose de 5 cc. par m. cube, déterminait la destruction totale des lots d'adultes et de larves placés : les uns, dans une boîte sous 10 à 15 cm. de sciure de bois ; les autres, sous 3 épaisseurs de sacs pliés. Une expérience plus importante réalisée dans une chambre à débarras a donné les mêmes résultats. Enfin l'application en grand du procédé de lutte contre le *Niptus* a été réalisée en 22 juin dans une grande propriété de la banlieue lyonnaise comprenant 35 pièces, ce qui représentait un volume total approximatif de 5.300 m. cubes. La chloropicrine a été employée à la dose de 10 cc. environ par m. cube par simple épandage au moyen de flacons remplis préalablement. Des larves, des adultes et des œufs placés comme témoins furent entièrement détruits après un temps de contact ayant varié de 24 heures à 8 jours. La désinfection de la propriété par les vapeurs de chloropicrine a donné des résultats entièrement positifs non seulement contre le *Niptus,* mais également contre les Blattes (*Periplaneta orientalis*) et les *Cimex lectularius.* Le traitement n'a donné lieu à aucun incident digne d'être signalé.

5° *Traitement de Poirier avec bouillies à base de sulfocyanure de cuivre.* — Le traitement complet comportait : une pulvérisation d'hiver avec une émulsion d'huile d'anthracène dans la bouillie à 2 % de sulfocyanure en pâte (dose correspondant à 1 kg de sulfocyanure en pâte et 0,7 % d'arséniate diplombique en pâte). Les résultats ont été très nettement positifs contre la tavelure et le Carpocapse. En rapprochant ces expériences de celles faites avec le sulfocyanure au cours des années précédentes, on peut conclure à l'efficacité certaine de ce sel de cuivre contre le Champignon de la tavelure ; son emploi peut donc être conseillé pour les traitements d'hiver et de printemps des Poiriers et Pommiers.

6° *Traitement de la Vigne avec bouillies mixtes.* — Trois types de bouillies ont été expérimentés à Voreppe (Isère).

Formule I. — Bouillie bordelaise à 1 %, puis 2 et 2,50 % de sulfate de cuivre et 1 % 2,5 et 3,5 % de chaux	100 litres.
Arséniate de chaux en pâte	0,750 kg.
Bouillie sulfocalcique en poudre	0,600 kg.
Caséine	50 gr.

Formule II. — Bouillie bordelaise avec mêmes doses de sulfate et de chaux que précédemment	100 litres
Arséniate diplombique en pâte	0,600 kg.
Caséine	50 gr.
Formule III. — Sulfocyanure de cuivre en pâte	1, puis 2 kg.
Arséniate diplombique	0,600 kg.
Caséine	50 gr.
Eau	100 litres

Les traitements ont été effectués les 15 mai, 31 mai, 14 juin et 5 juillet (pour ce dernier traitement, il n'a pas été employé d'arséniate).

Malgré les résultats positifs enregistrés contre la Cochylis et l'Eudémis et contre le mildiou il n'est pas possible de tirer des conclusions définitives sur la valeur comparative des différentes bouillies en raison de la faible intensité des diverses attaques de parasites. De même, l'extrême bénignité de l'attaque d'oïdium n'a pas permis de déterminer la valeur anticryptogamique des bouillies renfermant du polysulfure de chaux.

Il y a lieu, néanmoins, de recommander l'emploi des bouillies mixtes à base de sulfate de cuivre, de polysulfure de chaux et d'arséniate de chaux pour le traitement de la Vigne.

7° *Traitement de Rosiers avec bouillie à base de polysulfure de chaux et d'arséniate de chaux.* — Deux traitements ont été faits les 25 juin et 2 juillet dans une plantation de jeunes Rosiers ravagée par la Mouche à scie du Rosier. La bouillie employée était préparée selon la formule suivante :

Bouillie sulfocalcique à 35° Beaumé	0,750 kg.
Arséniate de chaux en pâte	0,750 kg.
Eau	100 litres

Au moment du premier traitement, les jeunes larves de la Tenthrède commençaient à éclore. Les Rosiers traités n'ont pas souffert de l'attaque du parasite et, de plus, ils ont été efficacement protégés contre l'attaque de *Sphaerotheca pannosa* (Blanc du Rosier) qui s'est manifestée dans les plantations voisines.

8° *Etude de l'action de l'arséniate de chaux sur chenilles de Cochylis.* — Les essais ont été faits sur chenilles de deuxième génération mesurant de 4 à 10 m/m de long. Celles-ci étaient déposées sur grappes traitées au préalable à la bouillie arsénicale et enfermées dans des sacs de papier sulfurisé. Malheureusement, un certain nombre de chenilles en expérience n'ont pu être retrouvées par la suite. D'autres essais ont été faits en plongeant les grappes dans la bouillie arsénicale, les disposant après égouttage dans des cages, le pédoncule trempant dans un flacon rempli d'eau ; des grains piqués par Cochylis étaient intercallés entre les grains sains, l'orifice étant en contact avec la pellicule recouverte d'arséniate.

Les chenilles dont la longueur dépasse 6 à 7 m/m. ne peuvent être

empoisonnées avec bouillie à 0,5 % d'arséniate de chaux en poudre ; des faits analogues se produisent lorsqu'on emploie l'arséniate di-ou triplomblique. Ces constatations démontrent qu'il y a intérêt à employer les bouillies arsénicales avant la pénétration des chenilles dans l'intérieur des grappes ou des grains.

9° *Etude de l'action des bouillies arsénicales sur le feuillage.* — La bouillie bordelaise à 1,5 % d'arséniate de chaux en pâte brûle les plus jeunes feuilles de la Vigne (jusqu'à la 3e ou 4e feuille de l'extrémité des sarments). Si l'on augmente la dose de chaux, les brûlures sont plus réduites. La bouillie bordelaise alcaline seule détermine de légères brûlures sur les plus jeunes feuilles.

L'arséniate de chaux employé en mélange avec un lait de chaux à 1 % ne détermine pas de brûlures grave sur Pommier, Rosier, Tabac.

Ces faits d'expérience montrent que l'emploi de l'arséniate de chaux seul ou en mélange avec la bouillie bordelaise ne peut être cause de danger pour le feuillage des arbres ou arbustes traités.

10° *Action des bouillies cupro-arsénicales sur la Pyrale de la Vigne.* — L'adjonction d'arséniate de chaux à la bouillie bordelaise ordinaire a donné des résultats nettement positifs contre la Pyrale de la Vigne. Les essais ont été faits dans le Beaujolais, au centre d'un foyer très important de Pyrales. Au moment de la chrysalidation, on pouvait constater que les Vignes non traitées avaient perdu la presque totalité de leur feuillage, alors que celles pulvérisées avec bouillie arsénicale avaient été beaucoup moins ravagées.

11° *Question des appareils à pulvériser et de leur emploi en arboriculture fruitière.* — La fabrication en France des appareils à pulvériser à grand débit a fait peu de progrès depuis un an. Il convient toutefois de signaler l'initiative prise récemment par une société de produits chimiques : sur les propositions de la Station entomologique du Sud-Est, cette société a décidé de mettre à l'étude la construction d'une pompe à main analogue aux modèles américains utilisés depuis plusieurs années dans nos expériences de traitement des arbres fruitiers. Les indications générales sur le dispositif à adopter, sur la forme du châssis, l'agencement de la pompe et du réservoir, les dimensions de ce dernier, ont été fournis par la Station d'après les enseignements tirés de l'utilisation, dans les conditions de la pratique courante, d'un des modèles américains monté sur châssis d'étude; ce châssis, fabriqué à Saint-Genis-Laval selon nos plans, a été utilisé au cours de l'année pour la pulvérisation de Pêchers et de Poiriers. Il a été employé notamment à Ampuis où une expérience de démonstration avait été organisée dans un verger comprenant 295 Poiriers demi-liges de 3 mètres environ de hauteur. Pour une dépense totale de 630 francs environ, le bénéfice supplémentaire enregistré n'a pas été inférieur à 5.000 fr.

III. — Étude de problèmes se rapportant à la méthode biologique de lutte contre les Insectes nuisibles.

1° *Pyrausta nubilalis*. — Les recherches commencées en 1927 ont été poursuivies en 1928 et ont permis de déterminer les conditions générales de l'équilibre de cette espèce dans l'Est de la France. Outre les parasites et prédateurs déjà signalés en 1927, il convient de signaler le rôle joué par deux larves prédatrices très communes : celles d'*Allothrombium fuliginosum* Herm ; et de *Chrysopa vulgaris* Schneider. Toutes deux ont été observées fréquemment se nourrissant aux dépens des pontes de Pyrale ; la larve de Chrysope s'attaque également aux chenilles.

Le rôle des Insectes parasites est relativement peu important; la proportion des chenilles tuées par eux ne dépasse guère 15 %. Le plus commun est un Ichneumonide identifié par Thompson et Parker à *Eulimneria crassifemur*. En réalité, il s'agit d'une espèce nouvelle qui a été décrite par Ellinger et Sachtleben sous le nom de *Limnerium alkae*. Le fait le plus saillant de la biologie du parasite est l'énorme mortalité qui se manifeste sur les œufs et les larves à l'éclosion; elle est due à une véritable réaction de défense de l'hôte.

Les observations faites sur *Limnerium alkae*, *Microbracon brevicornis* et *Lidella senilis* ont montré l'importance du rôle joué par les hôtes intermédiaires dans le maintien de ces espèces.

Le rôle joué par les parasites microbiens est insignifiant ; de même celui des plantes-pièges, contrairement à l'opinion de Roubaud, doit être considéré comme insignifiant dans l'Est de la France.

2° *Plutella maculipennis* Curtis. — Cette espèce de Microlépidoptère a causé en 1928 des dégâts importants dans un grand nombre de plantations de choux. Des échantillons reçus de la région de Castres, nous avons obtenu les parasites suivants : *Thyraella collaris* Grav., *Th. collaris* var. *Brischkei* Berth. et *Apanteles albipennis* Nees. Des élevages de chenilles récoltées à Saint-Genis-Laval, nous avons obtenu *Angitia fenestralis*, déjà signalé par Faure en 1925.

Œnophtira pilleriana. — Trois espèces de parasites seulement ont été isolées cette année, toutes trois déjà signalées par Voukassovitch dans la Haute-Garonne : *Pimpla maculator* F., *Angitia fenestralis* Hlg. et *Microdus tumidulus* Nees. Le rôle freinateur joué par ces parasites a été peu important.

4° *Hylesinus fraxini*. — Une très importante pullulation d'Hylésines du Frêne a été constatée cette année à Saint-Genis-Laval sur des branches coupées. Sept espèces différentes de parasites furent isolées : *Coeloides melanotus* Wesm., *Spathius rubidus* Rossi, *Dendrosoter protuberans* Nees, *Ec-*

phylus silesiacus Ratz., *Ecphylus hylesini* Ratz., *Cheiropachys colon* L., *Rhaphitelus ladenbergi* Ratz.

5° *Macrosiphum dirhodum* Walk. — Ce puceron a été rencontré en très grande abondance sur des Graminées sauvages, notamment sur *Arrhenatherum elatius*, à Saint-Genis-Laval. Plusieurs espèces de parasites ont pu être isolées, en particulier une espèce d'*Aphidius* voisine d'*Aph. granarius* Marsh. et probablement nouvelle ; parmi les autres espèces rencontrées, nous citerons : *Asaphes vulgaris* Walk., *Lygocerus testaceimanus* Kieff. et *Charips* (*Allotria*) *victrix* Westw.

Tous les parasites qui viennent d'être nommés ont été déterminés par M. Ch. Ferrière, attaché à « l'Imperial Bureau of Entomology ».

IV. — Sériciculture

1° *Pathologie du Ver à soie.* — Les recherches poursuivies depuis 1924 sur les maladies du Ver à soie ont fait cette année l'objet d'un ouvrage important édité par le Service photographique de l'Université de Lyon.

Les recherches poursuivies en 1928 ont porté sur la gattine, la pébrine et la mucardine. En ce qui concerne la pébrine, les observations ont montré que les premiers stades d'évolution du *Nosema* parasite différaient sensiblement de ceux décrits par les auteurs : il n'y aurait pas expulsion du germe sporal par l'ouverture micropylaire de la spore ingérée avec la nourriture, mais gonflement de l'enveloppe sporale, rétablissement des échanges nutritifs à travers cette enveloppe et reconstitution de l'élément parasitaire tel qu'on l'observe à l'intérieur des cellules.

Les observations faites en 1926 et 1927 sur l'étiologie de la gattine avaient montré que cette maladie avait pour cause première le ferment en chapelets de grains de Pasteur (*Streptococcus bombycis*), mais qu'elle pouvait évoluer ensuite en dehors de la présence de ce microbe, grâce à l'intervention de produits toxiques pour les cellules epithéliales postérieures de l'intestin moyen. Les expériences faites en 1928 avec le nouveau matériel installé dans l'automobile-laboratoire (micro-centrifugeuse à grande vitesse) ont permis de vérifier l'exactitude de l'hypothèse émise précédemment. Il a été possible, en particulier, de déclancher les processus caractéristiques de la gattine sans intervention directe de *Streptococcus bombycis*. L'épidémiologie de la gattine apparaît conditionnée surtout par la présence de substances cytotoxiques dans les litières.

L'étude de l'étiologie de la muscardine a montré que l'infection avait bien lieu, comme l'admettent les auteurs, par pénétration directe des filaments mycéliens issus des conidies à travers la cuticule ; cette pénétration est accompagnée d'une véritable multiplication du Champignon dans l'épaisseur de la cuticule ; la multiplication dans les tissus sous-

jacents, puis dans la cavité générale, a lieu lorsque la région cuticulaire est déjà largement infiltrée de filaments mycéliens.

2° *Histo- et Cytophysiologie normale du Ver à soie.* — Une étude d'ensemble sur les modifications histologiques et cytologiques qui se manifestent au cours de la mue, a été entreprise sur nos indications par M. Tahir Ertogrul, chargé de mission du Gouvernement turc, qui en a fait un sujet de thèse de Doctorat. Les recherches de M. Tahir ont porté surtout sur les processus d'élaboration de la cuticule chitineuse qui recouvre l'épiderme, la couche épithéliale des intestins antérieur et postérieur ; sur le fonctionnement des glandes exuviales ou glandes de la mue, des tubes de Malpighi ; sur les modifications de l'épithélium de l'intestin moyen.

3° *Recherches de physique biologique.* — En collaboration avec le Prof. Cluzet, de la Faculté de Médecine de Lyon, du Prof. agrégé Chevalier et du Dr Kofman, nous avons étudié l'action des émanations de thorium et des rayons ultra-violets sur le Ver à soie pendant le stade larvaire. Si les émanations de thorium paraissent avoir une action bienfaisante sur le métabolisme des Vers à soie, par contre, les rayons ultra-violets, même employés à dose moyenne, ont une action nettement nuisible. Les vers irradiés seulement quelques minutes tous les jours ou même tous les deux jours, restent sensiblement plus petits que les vers témoins ; de plus, l'épiderme se pigmente anormalement ; l'étude cytologique des vers anormalement pigmentés n'a pas encore permis de fixer la nature des lésions causées par l'action des rayons ultra-violets

V. — Apiculture

Expériences de traitement des maladies des Abeilles. — Des expériences de traitement de l'acariose et de la loque américaine ont été organisées dans le rucher de la Station par M. Angelloz chargé de mission de l'Institut des Recherches agronomiques. Un auteur anglais Rennie ayant proposé l'emploi des vapeurs de salicylate de méthyle pour le traitement de l'acariose, l'action de ce corps a fait l'objet de plusieurs expériences très complètes. Des évaporateurs à moitié remplis de salicylate furent placés dans des ruches fortement acariosées ; il a été constaté, par l'étude d'échantillons prélevés à intervalles réguliers, que le pourcentage des Abeilles parasitées diminuait régulièrement, jusqu'à tomber à presque zéro. Il semble donc bien que les vapeurs de salicylate de méthyle ont une action marquée sur le *Tarsonemus Woodi*, le parasite de l'acariose.

Le traitement de la loque par les moyens empiriques proposés par divers auteurs (vapeurs de formol, ail écrasé, etc.) a fait également l'objet de plusieurs essais ; tous ont montré l'inefficacité des traitements préconisés.

M. Angelloz a observé dans un rucher de l'Ardèche, la présence de larves parasites dans la cavité générale d'Abeilles adultes. Il s'agit vraisemblablement de larves de Tachinaire. Les observations ultérieures permettront de préciser la nature exacte du parasite et de fixer les points les plus saillants de sa biologie.

STATION ENTOMOLOGIQUE DE ROUEN

Rapport de M. R. Regnier, *Directeur*

Lutte contre les Rongeurs

Virus. — La pullulation calamiteuse des Campagnols dans tout le Nord de la France pendant l'hiver 1927-1928 a amené le laboratoire à apporter à nouveau sa collaboration aux organisations agricoles de défense; l'importance des dégâts dans la Somme et la Picardie a nécessité la mise en œuvre de moyens variés de lutte, et notamment l'emploi de quantités massives de virus, dont la fabrication a été entièrement assurée par la Station. Dans le Nord, cette fabrication, basée sur la méthode mise au point par nous, a été assurée par l'Institut Pasteur de Lille. Des expériences étendues qui viennent d'être faites au cours de cette campagne, il ressort qu'étant données les conditions diverses dans lesquelles les traitements doivent être employés, il est nécessaire de combiner les modes de destruction pour arriver à des résultats certains; l'emploi exclusif d'un moyen de lutte, qu'il se nomme gaz, poison ou virus, est, à notre avis, généralement insuffisant pour arriver à débarrasser un territoire des Campagnols : les gaz rendent les plus grands services pour l'extinction des taches isolées, et le traitement des moyettes au moment de la moisson, les poisons pour les périodes de grande pullulation et de carence alimentaire, le virus pour les traitements étendus pendant les mois à temps couvert et de repos sexuel, c'est-à-dire de novembre à février; il n'est pas jusqu'à la chasse derrière la charrue qui ne permette de faire de grandes hécatombes de Campagnols à l'automne. Il appartient aux conseillers techniques des syndicats de défense de déterminer les conditions d'emploi de ces traitements et d'en combiner judicieusement l'application; c'est ainsi par exemple qu'on aura toujours avantage à adopter le cycle suivant : gaz, chasse, poisons, virus, poisons, gaz, les trois premiers donnant des résultats immédiats mais locaux et le virus agissant plus lentement, mais en nappes par suite de la contamination dans les nids et de l'habitude qu'ont les Campagnols de dévorer leurs congénères malades.

Dans une communication récente (1), nous avons précisé les conditions de fabrication et d'emploi du virus :

(1) R. Regnier. — La lutte contre les Campagnols. Ligue de défense des cultures. Séance du 8 nov. 1928.

I. *Fabrication.* — 1. Partir de souches absolument pures, en passant par sang de Campagnol, de préférence à sang de Souris.

2. Utiliser un milieu de culture riche à base de son, extrait de viande et gélose (par exemple).

3. Assurer une stérilisation parfaite.

4. Ensemencer et boucher aseptiquement, après contrôle.

5. Expédier immédiatement.

II. *Utilisation.* — 1. Contrôler l'état du bidon à l'arrivée ; s'il est gonflé ou percé, le rejeter. Ne l'ouvrir qu'au moment de l'emploi.

2. Employer le virus dans le plus bref délai. Au bout de huit jours, le virus a perdu un tiers de sa virulence environ.

3. En cas d'impossibilité d'emploi immédiat, le conserver dans un endroit frais, et le placer la veille de l'utilisation dans une pièce chaude, près d'un poêle, pour remettre la culture en activité.

4. Contrôler le bidon au débouchage; s'il dégage une mauvaise odeur, le rejeter.

5. Faire les dilutions dans des récipients propres.

6. Bien aplatir l'avoine, sans toutefois la réduire en farine.

7. Faire l'imprégnation de préférence dans une cuve, et ne préparer que la quantité que l'on peut employer le jour même. Les récentes recherches de notre collègue M. Rode ont montré que la dessiccation rendait le virus absolument inefficace; il faut donc que l'avoine reste humide.

8. Epandre de préférence par temps humide plutôt que par journée ensoleillée, également pour éviter la dessiccation rapide des grains. Le dépôt des grains virulents sous de petites moyettes est à conseiller, mais il est bon d'appâter quelques jours avant le traitement pour habituer les Campagnols à les visiter.

9. Ne pas épandre à la volée, déposer de préférence dans les trous fréquentés.

10. Ne pas escompter de destructions massives avant trois semaines;

11. La contamination se faisant surtout par cohabitation, traiter toute la partie envahie, sans excepter les friches et les talus, pour obtenir des résultats étendus.

12. En cas d'insuccès partiel, au bout d'un mois, faire un traitement avec des appâts empoisonnés.

Dans nos recherches de laboratoire, nous nous sommes attachés à l'étude de l'amélioration du bouillon de culture et de la conservation du virus. Nous basant sur l'expérience des laboratoires de bactériologie, qui font des passages sur gélose pour accroître la virulence des cultures, nous avons incorporé cet élément au bouillon à base de son et d'extrait de viande, dont nous avons donné la formule en 1927. Un gramme de gélose par litre

permet d'obtenir une multiplication plus active du microbe, et surtout de préparer le bouillon d'une façon plus rapide et plus pratique. Sans entrer dans les détails de la méthode (1), nous indiquerons que la gélose nous sert à agglutiner les éléments principaux de notre milieu de culture et évite dans les fabrications intensives de virus la préparation des solutions titrées, qui complique toujours les manipulations. Par refroidissement, on obtient une masse que l'on divise en autant de parties que l'on a mis de fois les éléments nécessaires à chaque bidon; ces cubes de bouillon ont l'avantage en outre de pouvoir se conserver, et il devient ainsi possible d'en avoir toujours sous la main pour satisfaire aux commandes de virus.

Les nombreuses questions qui nous ont été posées par les groupements se servant des virus nous ont, d'autre part, incité à rechercher des conditions pratiques de conservation du virus (2). Il s'écoule toujours un certain délai entre la sortie du laboratoire et l'emploi par le cultivateur; la distance, la persistance du mauvais temps, la négligence des exploitants accroissent ce délai quelquefois dans de telles proportions qu'il devient nécessaire de diminuer la dilution et même d'utiliser le virus pur. Or, nous avons constaté qu'il était possible de remettre la culture en activité en la plaçant à l'étuve quelques heures. Dans la pratique, il suffira de mettre le bidon la veille de l'emploi près d'un poêle par exemple. Nous avons constaté qu'ainsi, il était possible de régénérer des virus conservés trois semaines et même un mois, et d'obtenir la mort des Campagnols dans les délais normaux (5 à 6 jours) alors qu'il fallait attendre 9, 11 et 14 jours pour les mêmes virus non régénérés. La remise en activité des cultures permet en outre de déceler plus facilement les virus suspects, dont l'odeur devient plus accusée.

Appâts empoisonnés. — La répulsion des Rongeurs pour les appâts empoisonnés pendant certaines périodes nous a amené à préciser l'étendue de cette défiance et les conditions d'utilisation de ce mode de destruction. Nous avons exposé les résultats de ces expériences à la Conférence internationale du Rat (3), et montré comment Rats et Campagnols parvenaient à trier les appâts qu'on leur offrait. Dans une série d'expériences précises, faites avec des grains colorés et non colorés, nous avons vu des Campagnols donner toujours leurs préférences aux grains sains, et éviter quand ils en avaient le choix des méprises qui leur eussent été fatales; la proportion de 1 à 2 % de prélèvement de grains empoisonnés indique l'étendue de cette défiance. On a donc avantage à se servir des grains empoisonnés

(1) R. Regnier. — Simplification de la préparation du bouillon de culture. *Bull. des Amis des Sc. nat. de Rouen*, novembre 1928.

(2) R. Regnier. — Le virus pour Campagnols et sa conservation, Id., juillet 1928.

(3) R. Regnier. — La lutte contre les Rongeurs en Agriculture.

dans les périodes de carence alimentaire et à utiliser des appâts assez toxiques. Quant aux expériences que nous avons faites en liaison avec notre collègue, M. CHAPPELLIER, sur l'influence de la coloration des grains, nous avons constaté que celle-ci était nettement répulsive, qu'elle soit verte, noire ou rouge ; la verte le serait peut-être un peu moins.

Corbeaux. — Nous avons apporté notre collaboration à la Station des Vertébrés et pu baguer un certain nombre de Freux en Seine-Inférieure. L'étude de cette importante question en Normandie, où le nombre des corbeautières est particulièrement élevé, nécessiterait des moyens de déplacement rapides, qui nous font totalement défaut jusqu'ici.

Des analyses d'estomacs de Freux, tués au printemps nous ont confirmé le rôle de ces Oiseaux dans la destruction des larves de Taupins et des Insectes coprophages, dont ils paraissent se montrer très friands.

Recherches entomologiques

Apion du Trèfle (*Apion trifolii*) (2). — Notre attention depuis trois ans a été attirée par les dégâts considérables causés dans certaines conditions et aux plantes potagères par le petit charançon du Trèfle; parmi les plantes les plus attaquées nous signalerons les suivantes : Haricot, Carotte, Artichaut (feuilles basses), Persil, Laitue, Endive, Estragon, dont les feuilles sont percées de milles trous par l'Apion et finissent par se dessécher; le Pissenlit et le Pois sont moins attaqués; le Navet et le Salsifis très légèrement; la Betterave, la Pomme de terre, le Fraisier sont indemnes. Nous l'avons vu également attaquer les plantes d'ornement comme le Glaïeul et des arbres fruitiers, comme le Pêcher et le Prunier, alors qu'il délaissait le Poirier.

Nous nous sommes rendu compte que ces pullulations anormales dans les potagers étaient dues à la proximité des granges ou des meules où était entassé le fourrage. Le Trèfle et la Luzerne étant cultivés dans le Nord-Ouest presque exclusivement comme fourrages, les agriculteurs ne se préoccupent pas des Apions, qui normalement sont surtout nuisibles à la graine, et les pullulations de ces Insectes passent généralement inaperçues.

Le procédé le plus rationnel de destruction nous est apparu être l'ensilage des fourrages; si l'on ne possède pas de silo, il faut éviter d'engranger à proximité des potagers, et si une invasion se produit, la combattre dans les jardins avec des bouilles pyréthrées.

Pégomyie de la Betterave. — Cet Insecte, dont nous avons repris l'étude, a causé des dégâts très importants en Normandie en 1928; la grande chaleur a favorisé son développement et nous n'avons pas enregistré moins

(2) Id. L'Apion du Trèfle nuisible aux plantes potagères. *Bull. Amis Sc., Nat. Rouen*, séance du 3 mai 1928.

de quatre générations au lieu de deux normalement; il en est résulté une diminution sensible du rendement des Betteraves (10 %). Toutes les méthodes préconisées jusqu'à ce jour se sont avérées impuissantes ou inapplicables en grande culture. Des élevages sont faits actuellement pour obtenir des parasites.

Aphelinus mali. — L'*Aphelinus* n'a pas réapparu, dans nos champs d'expérience, et il est à craindre que les tentatives d'acclimatation que nous avions faites ces dernières années n'aient abouti à un échec. Le Puceron lanigère a été très abondant de mai à septembre; malgré ces conditions favorables, nous n'avons pas retrouvé l'*Aphelinus* en Haute-Normandie, dont le climat pluvieux, et surtout la montée tardive du lanigère au printemps paraissent avoir des conséquences néfastes sur son développement. Les essais seront repris en 1929.

Recherches sur les insecticides. — Différents produits colloïdaux et des bouillies pyréthrées ont été expérimentés, mais les essais ont porté principalement sur l'emploi du cyanure de calcium comme insecticide, dont nous avons exposé les résultats au Congrès international d'Entomologie d'Ithaca (1). Le produit s'est montré d'une grande efficacité sur les Hyménoptères et les Diptères; il suffit de quelques grammes pour détruire toute une colonie de Guêpes ou d'Abeilles; les Fourmis sont un peu plus résistantes. Les Hémiptères sont insensibles au poudrage, mais en opérant en espace clos, serre, tente ou cloche, il est possible de détruire les espèces vagabondes, Hétéroptères, Cicadelles en deux à trois minutes, alors qu'avec les mêmes doses, il faut compter cinq fois plus de temps pour les espèces fixes ou sédentaires (Pucerons, Cochenilles). La dose de 5 grammes par mètre cube paraît être un maximum, qu'il ne faut pas dépasser, elle devra être abaissée considérablement pour les plantes délicates de serre, si l'on veut éviter de nuire à la végétation. Les chenilles, d'une façon générale, comme les larves d'ailleurs, sont très résistantes aux poudrages; nous considérons cependant comme très pratique ce produit pour la destruction des Teignes des tapisseries et de la cire avec des doses assez massives (25 grammes par mètre cube) et en opérant dans des récipients hermétiques.

Nos recherches sur la destruction des larves souterraines nous ont montré que l'efficacité était en fonction de la résistance et de la mobilité des Insectes, de la nature du sol et de son degré d'humidité. Les sols sablonneux se prêtent moins au traitement que les sols argileux. Nous avons obtenu dans certains cas une destruction de 80 %, mais étant donné le prix élevé du produit, son utilisation ne peut guère être envisagée que pour des cultures spéciales.

(1) R. Regnier. — De l'emploi du cyanure de calcium comme insecticide en France. Congrès international d'Entomologie d'Ithaca (août 1928).

Renouvelant nos expériences des années précédentes sur les *Meligethes* et les *Ceutorrhynchus*, nuisibles au Colza, nous avons constaté la valeur du traitement au cyanure en poudrage; la mortalité de 100 % que nous avons obtenue pour les *Meligethes* est significative, et permet d'entrevoir l'utilisation de ce produit même en grande culture. Les Charançons et les Altises sont plus résistants, et il est difficile de dépasser la mortalité de 70 %. Il resterait à mettre au point un appareil pratique pour ces poudrages, dont l'utilisation en plein air par temps sec et avec vent dans le dos ne présente aucun danger.

Systématique. — M. Regnier a poursuivi ses recherches sur la systématique des Cicadelles de France et plus spécialement de Normandie.

D'autre part, le laboratoire s'est occupé de la révision des collections entomologiques du Muséum d'Histoire naturelle, et notamment de la célèbre collection des Coléoptères locaux de Mocquerys.

Mission en Amérique. — Désigné pour faire partie de la délégation française au Congrès international d'Entomologie d'Ithaca (New-York), M. Regnier a visité les laboratoires d'application et les installations scientifiques de l'est des Etats-Unis, et étudié plus spécialement l'organisation des musées et leurs relations avec les laboratoires.

Organisation du laboratoire. — D'importantes améliorations ont été apportées dans l'installation du laboratoire grâce aux subventions des organisations agricoles, à qui le laboratoire était venu en aide pour la fabrication du virus.

STATION ENTOMOLOGIQUE D'ANTIBES (Insectarium)

Rapport de M. Poutiers, *Directeur.*

I. — Installation de la Station de Zoologie agricole d'Antibes

Les premiers mois de l'année (janvier à mai) ont été utilisés pour achever le démontage des installations de l'Insectarium de Menton et leur transport à Antibes dans les nouveaux locaux affectés provisoirement à la Station de Zoologie agricole. Il a donc été impossible de mettre en train dès le printemps des travaux suivis d'observations biologiques ou d'essais méthodiques de moyens de lutte, l'aménagement s'étant poursuivi pendant une partie de l'été.

II. — Elevage des Insectes auxiliaires

A. *Novius cardinalis.* — Les colonisations de Coccinelles, *Novius cardinalis*, ont été plus nombreuses qu'en 1927. Toutes les demandes provenant surtout des départements de l'Hérault, du Gard et des Bouches-du-Rhône ont été satisfaites. En 1927, de Menton, 160 colonies (7.410 *Novius*) ont été expédiées : le nombre de colonies a atteint 196 avec 7.805 *Novius* en 1928.

Ces colonies se sont réparties de la façon suivante :

Hérault	67	Total : 196 colonies
Bouches-du-Rhône	28	
Pyr.-Orientales	18	
Gard	50	
Aude	13	
Vaucluse	5	
Corse	3	
Var	4	
Alpes-Maritimes	4	
Ardèche	2	
Syrie (Alaouites)	2	

B. *Cryptoloemus Montrouzieri.* — A cause du transfert du laboratoire, il n'a pas été possible de suivre l'élevage du *Cryptoloemus ;* de nouvelles colonisations n'ont pas été faites. Aucune demande n'est d'ailleurs parvenue à la nouvelle Station, à Antibes où des colonisations seront faites en 1929 pour tenter son acclimatation.

C. *Hippodamia convergens.* — *Hippodamia convergens* est toujours en élevage à la Station. Malgré la perte accidentelle du contenu de plusieurs cages, durant le transfert du matériel de l'Insectarium, de nombreux individus ont pu être gardés pour l'hivernation. Une seule colonisation a été faite dans les environs d'Antibes. Jusqu'ici, malgré nos recherches, il n'a pas été retrouvé de traces des colonisations effectuées en 1927, à Antibes.

D. *Aphelinus mali.* — Des colonisations provenant de Menton ont été faites à Antibes. Une colonie a été expédiée dans les Pyrénées-orientales.

III. — Recherches biologiques

Des recherches sur le parasitisme de *Dacus Oleae,* de la Teigne de l'Olivier, ainsi que sur le parasitisme de Mineuses des feuilles de Chrysanthème et d'Anthémis ont été faites pour la région d'Antibes.

STATION DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE DE BORDEAUX

M. Capus, *Directeur;* M. Gard, *Directeur intérimaire.*

1. — *Mildiou de la Vigne:* M. Capus étudie la durée d'action des bouillies cupriques. Il s'agissait de vérifier l'efficacité que les dépôts cupriques existant sur les feuilles exposées dans le Vignoble, exercent vis à vis des contaminations naturelles par le *Plasmopara viticola.*

M. Capus déposa plusieurs gouttes d'eau de pluie contenant des conidies de cette Péronosporacée sur des feuilles, dont les unes avaient reçu un traitement à la bouillie bordelaise et les autres n'avaient pas subi de pulvé-

risations par les fungicides. Au bout de deux heures, les gouttes furent aspirées avec une pipette et examinées au microscope. On n'observa pas de zoospores dans les gouttes d'eau qui avaient séjourné sur les dépôts cupriques.

Avec les bouillies acides, le revêtement anticrytogamique se montra moins tenace qu'avec les milieux alcalins. Aussi, la surface foliaire contaminable fut-elle bientôt plus grande avec les premières préparations qu'avec les secondes.

M. Capus a constaté que le Mildiou n'a exercé de dégâts importants qu'au moment de la floraison, c'est-à-dire au cours d'un printemps froid et pluvieux. Mais l'évolution de la maladie a été complètement arrêtée par la sécheresse de l'été. Ceux des viticulteurs qui n'ont pas été guidés par les Stations d'Avertissements, comme celles de Bordeaux, ont été effrayées par les premières atteintes de printemps, et ont continué à se livrer à des traitements répétés au cours de l'été, ne tenant pas compte des nouvelles conditions de l'atmosphère (1).

2. — *Dépérissements du Noyer.* — On sait que M. Gard attribue les dépérissements à deux causes : 1° Le Pourridié; 2° une autre cause qui, moins grave que la précédente, aboutirait à un dépérissement lent.

L'hypothèse émise en 1927 par M. Gard et d'après laquelle la présence ou l'absence du Pourridié serait liée à la proportion de calcaire contenue dans le sol arable, a été confirmée par les faits observés en 1928 aussi bien que par les expériences de laboratoire de l'auteur. Celles-ci démontrent que les spores d'*Armillaria mellea* Vahl ne germent pas dans l'eau de chaux (1,30 pour mille à 1,50), ou du moins en faible proportion. Cette maladie est rare dans les terrains dosant de 20 à 25 pour cent de calcaire (2).

L'*Armillaria mellea* s'accommode de terrains acides, de terres neutres et de terres alcalines. Mais, à partir d'une certaine alcalinité correspondant à 25 pour cent de carbonate de chaux, il disparaît. Ce n'est pas le pH du sol qui joue ainsi un rôle. Le pH des sols calcaires, à partir de 8 à 10 pour cent, se maintient aux environs de 8, puis ne varie plus. C'est une alcalinité croissante, qu'il faudra déterminer par les méthodes habituelles de l'alcalinimétrie.

On peut espérer trouver dans certaines noyeraies exotiques des sujets sinon absolument résistants, du moins d'une sensibilité inférieure à celle du *Juglans regia* et dont quelques-uns pourraient sans doute être avantageusement employés comme porte-greffes du Noyer d'Europe.

M. Gard conteste la résistance au Pourridié du *Juglans Hindsii* qui ne

(1) Capus (J.). — La dose et la durée des bouillies cupriques (*C. R. Académie d'Agriculture*, 4 juillet 1928).

(2) Gard (M.). — Pourridié du Noyer cultivé et carbonate de chaux (*C. R.* t. CLXXXVI, n° 20, pp. 1373-1374, 14 mai 1928).

doit la vogue, dont il jouit en Amérique, qu'à sa grande vigueur, à sa robustesse et aux superbes greffes qu'il fournit. Mais, en France, cette essence n'a donné que des déboires.

Le *Juglans nigra* et le *Juglans Sieboldiana* se comportent mieux dans notre Pays. On ne peut cependant affirmer leur résistance au Pourridié. Le semis du *Juglans cordiformis* ne réussit pas bien.

Les *Carya* et *Pterocarya* renferment des espèces très vigoureuses, mais dont l'écorce est plus mince que celle des *Juglans*.

3. — *Rouille des Céréales :* M. Raymond a participé aux études entreprises par l'Institut des Recherches Agronomiques.

STATION DE RECHERCHES AGRONOMIQUES D'AVIGNON

(Agronomie et Phytopathologie)

M. Bordas, *Directeur*

M. Joessel, *Chef des Travaux de Pathologie végétale*

1. — *Dépérissements des arbres fruitiers de la Vallée du Rhône.* — Après la visite de M. Pinelle, Directeur de l'Ecole d'Horticulture de Versailles, M. Joessel a de plus en plus orienté ses recherches vers la répercussion que les traumatismes subis par l'arbre, soit au cours du greffage, soit au cours de la « formation » de la plante, peuvent avoir sur le développement des maladies susceptibles d'entraîner les dépérissements.

Les arbres destinés à périr à échéance plus ou moins lointaine montrent en général des signes prémonitoires assez nettement perceptibles. M. Joessel a estimé qu'il était intéressant de voir si l'apport d'amendement (chaux) ou d'engrais (cyanamide, sylvinite et superphosphate), pourrait avoir une influence quelconque sur la marche de la maladie. Il serait prématuré de tirer des conclusions des essais entrepris en 1928, dont, à la vérité, rien de précis ne paraît se dégager.

En vue de se rendre compte si la maladie se transmettrait par le sol, M. Joessel a planté des Pêchers et des Abricotiers à la place de Pêchers morts depuis peu ou dépérissants. Au cours de ces essais, qui ont été réalisés dans une parcelle du verger de M. Chauvinc à Guillerand-les-Saint-Perray (Ardèche), M. Joessel a réalisé des tentatives d'enrichissement (par chaux, cyanamide, superphosphate, chaux et soufre, sulfure de calcium, bouillie sulfocalcique à 5 %), et de désinfection du sol (par sulfure de carbone, formol, sulfate de fer).

Les arbres (Pêchers et Abricotiers) ont été plantés au printemps (15 mars). Ils étaient greffés, les uns sur francs, les autres sur Prunier. Ces arbres ont pris la place de Pêchers dépérissants ou morts, qui avaient été abattus les 15 et 16 novembre 1927. Il est impossible de conclure après une seule année d'observations. On peut simplement dire que l'état languis-

sant des Pêchers sur franc et la forte mortalité constaté parmi eux, confirme l'opinion des praticiens qui admettent qu'il est impossible de remplacer un Pêcher sur franc par un Pêcher également sur franc et la nécessité de recourir à un autre porte-greffes. A la suite d'observations effectuées par M. J. Dufrenoy, M. Joessel a été amené à adopter la manière de voir de celui-ci, qui suppose que certaines espèces de *Verticillium* doivent jouer un rôle dans l'étiologie de la maladie. En vue de vérifier si, suivant l'opinion exprimée par M. Dufrenoy, l'altération que les sortes de *Verticillium* exercent sur l'arbre ne pourrait pas résulter d'une réduction des nitrates sous l'action de ces champignons. MM. Bordas et Joessel ont effectué une étude expérimentale sur ce sujet. Dans ce but, ils ont cultivé les espèces suivantes: *Fusarium vasinfectum* Atk, *Fusarium eumartii* Carp, *Verticillium albo-atrum* Reinke et Barthold, *Verticillium Lycopersici* Pritchard et Porte. Ces champignons ont été conduits sur un milieu synthétique (liquide de Richard) gélosé et additionné d'une goutte par cinq centimètres cubes de milieu d'une solution à 0,125 pour cent de bleu de méthylène, que ces microorganismes transforment rapidement et complètement en leucobase (C. R. Ac. Sc. 187, p. 574, 1927).

2. — *Monilia des fleurs de l'Abricotier.* — M. Joessel a prouvé que la pulvérisation d'une bouilie bordelaise au moment du débourrement des bouquets floraux (c'est-à-dire 10 à 15 jours avant l'ouverture des premières fleurs) est susceptible de diminuer la gravité des attaques du *Monilia* et d'amener une augmentation sensible de la récolte.

3. — *Coryneum.* — M. Joessel a effectué des recherches sur la biologie du *Clasterosporium carpophilum*, et en particulier, sur les conditions de températures qui permettent à ce champignon d'évoluer.

STATION AGRONOMIQUE DE COLMAR

M. Bartman, *Directeur*

MM. Sélariès et Rohmer, *Préparateurs pour la Pathologie végétale*

1. — *Rouille des Céréales.* — M. Rohmer a réalisé des observations sur le développement des Rouilles en Alsace. Il a notamment effectué des notations portant sur la collection de Blés mis à l'épreuve au point de vue de leur résistance.

2. — *Maladie verruqueuse de la Pomme de Terre.* — MM. Sélariès et Rohmer ont assuré le service du champ d'expériences de Russ-Hersbach. Ils ont également participé aux recherches qui ont été effectuées dans les territoires contaminés.

3. — *Mildiou du Houblon.* (*Pseudoperonospora Humuli* Miyab et Tack.) — MM. Sélariès et Rohmer ont suivi l'évolution du Houblon en Alsace. Ils

constatèrent qu'un séjour d'une heure en chambre humide à 22° permit à une pousse spiciforme d'émettre des conidiophores pourvues de conidies complètement évoluées. Placées en goutte pendante, celles-ci germèrent au bout d'un heure en émettant des zoospores qui furent libérées en moins de soixante minutes. MM. Sélariès et Rohmer ont constaté que, dans tous les cas où ils ont effectué leurs observation, les cônes atteints de Rougissements étaient parasités par le *Pseudoperonospora Humuli*. Pour des traitements appliqués en Alsace, du 31 juillet à la récolte, la durée d'efficacité d'une bouillie bordelaise neutre à 1 pour cent a été d'environ quinze jours. Au bout de cette période, le revêtement cuprique n'avait pas disparu, mais, durant ces deux semaines, le Houblon avait développé de nouveaux organes qui, n'ayant pas reçu de fungicides, n'étaient pas protégés contre l'infection.

4. — *Traitements contre les maladies des Arbres fruitiers.* — Avec le concours de l'Office agricole du Haut-Rhin, M. Sélariès a entrepris durant l'hiver 1928 un certain nombre d'essais destinés à déterminer la valeur comparative de certaines bouillies destinées à détruire les Mousses et Lichens, aussi bien que le Puceron lanigère et d'autres insectes. Les mixtures qui ont été mises à l'épreuve sont les suivantes :

1°	Huile d'anthracène	6 litres
	Pétrole	4 litres
	Tripoli	1 kg.
	Eau	100 litres
2°	Huile usage d'automobile	6 litres
	Pétrole	6 litres
	Tripoli	1 kg.
	Eau	100 litres
3°	Carbonileum	20 litres
	Eau	80 litres
4°	Formol à 40 pour cent	2 litres
	Eau	98 litres
5°	Bouillie sulfocalcique du commerce à la concentation indiquée par le fabricant.	

L'huile d'automobile s'est montrée très insuffisante contre les Mousses et les Lichens. L'huile d'anthracène s'est révélée plus active, plus mouillante, pénétrant plus facilement dans les crevasses des arbres. La bouillie sulfocalcique a eu un effet plus marqué que l'huile d'anthracène sur les mousses et les lichens. Le formol à 2 pour cent et le carbonileum à 20 pour cent ont eu une très grande efficacité et les arbres traités avec ces produits ont été complètement débarrassés de toutes les végétations qui les recouvraient.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A

Abeilles, 495 et 496, 500.
Abies Shastensis, 349.
Abricotier, 355 à 375, 418, 429, 458, 459, 460, 461, 504, 505.
Acacia cyanophylla, 295.
Acariose, 495.
Accidents déterminés par le froid, 438.
Accidents météorologiques, 445, 462.
Acer platanoides, 364.
Acide cyanhydrique, 477, 485.
Ackerman, 64.
Acrolepia assectella, Zell., 426.
Aggery, 455, 456, 457.
Aglaope infausta, L., 427.
Agrimonia, 429.
Agriotes lineatus L., 421.
Agriotes obscurus L., 421.
Agrotis segetum, Schiff, 424.
Alaboüvette, 438, 440.
Alizier, 82.
Allaptus aurantii Mercet, 306.
Allothrombium fuliginosum Herm., 488, 493.
Alquier, 364.
Altérations non parasitaires, 445.
Altises, 426, 433, 501.
Altise de la Vigne (voir : *Haltica ampelophaga* Guér. Mén.).
Amandier, 418, 427, 429, 458, 460.
Amblynotus, 483.
Amygdalus communis, 458, 459.
Amyot, 14, 100.
Angelloz, 495, 496.
Angitia fenestralis, 493.
Anguillule de la Jacinthe (voir : *Tylenchus dipsaci* Kühn).
Anhydride sulfureux, 436.
Anoecia corni Fab., 423.
Anthemis, 305, 433, 504.
Anthonomus cinctus Redt., 428.
Anthonomus pomorum L., 428.
Anthonomus rubi Herbst., 429.
Anthracnose, 153, 462.
Anuraphis amygdali Buckt., 430, 487 à 489.
Aonidia lauri Targ., 298.
Apanteles albipennis Nees, 493.
Apanteles triangulator, 319.
Aphelinus chrysomphali Mercet 292.
Aphelinus diaspidis How., 293.
Aphelinus longiclavae Mercet, 293.
Aphelinus maculicornis Masi, 293.
Aphelinus mali, 85, 477, 478, 483. 486, 500, 502.
Aphelinus mytilaspidis Baron., 294.
Aphides, 482.
Aphidius granarius Marsh., 494.
Aphidocécidies, 486.
Aphis du Fraisier, 488, 489.
Aphis rumicis, 75.
Apion trifolii, 499.
Apoplexie, 460.
Appâts empoisonnés, 422, 430, 436, 475, 477, 478, 486, 498.
Arbres d'alignement et arbres forestiers, 467 à 468, 474.
Arbres à noyaux, 441, 458.
Arbres à pépins, 457.
Argyresthia ephippella Fab., 427.
Arisoema triphyllum, 248.
Armeniaca vulgaris, 459, 460.
Armillaria (*Armillariella*) *mellea*, 357, 370, 459, 461, 466, 468, 504.
Arnaud, 74, 76, 77, 78, 100, 175, 459, 473, 474.
Arrhenatherum elatius, 494.
Arsenicaux, 416, 418, 425, 427, 428, 430, 431, 432, 433, 436, 483, 485, 490, 491, 492.
Artichauts, 425, 485, 499.
Asaphes vulgaris Walk., 494.
Ascochyta hortorum, 455.
Asparagus alba, 293, 295.
Asparagus officinalis, 425, 426, 456, 484.
Asperge (v. : *Asparagus officinalis*).
Aspidiophagus citrinus How., 295, 296.

Aspidiophagus Lounsburyi, Berl. et Paoli, 296.
Aspidiotus hederae Vallot, 284, 289, 293. 296.
Asterolecanium ilicicola Targ., 303.
Athalia spinanum Fabr., 484, 487.
Atkinson E. T., 100.
Aubépine, 82.
Aubergine, 455, 483.
Audoin, 100.
Averna-Sacca, 171.
Avoine, 422, 423, 445, 447, 450.
Avortement des épillets, 446.
Avrilly C., 100.

B

Bachala, 469.
Bacillus typhi murium, 211 à 226, 478, 479.
Bacterium campestre, 263.
Bacterium Phaseloli, 263.
Bacterium Savastanoi, 468.
Bacterium tabacum, 453.
Bacterium translucens, 450.
Bacterium undulatun, 450.
Baker A. C., 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 20, 53, 64, 66, 68, 69, 82, 97, 100.
Balachowsky, 280 à 312, 399, 413, 432, 475, 477.
Banks J., 13, 100.
Banti, 100.
Barbier, 92.
Barthelet, 473, 474.
Bartman, 505.
Bary (de), 177, 183.
Bassus, 483.
Battail, 463.
Baudys (Dr), 177, 190, 196.
Beack, 261, 267.
Beauveria effusa, 486.
Beauverie J., 338, 356.
Becker (Geo), 3, 4, 7, 9, 10, 12, 81, 82, 100.
Beguet, 412.
Benes, 463.
Ben Hill J., 267.
Béranger, 445.
Berlese, 296.
Bernès, 433.
Beta vulgaris, 450.
Betterave, 424, 444, 450, 499.
Biers, 109, 130.
Billoudet, 377, 399, 413.
Blackchaff, 450.
Black rot, 465, 466.
Blanc, 101.
Blanc du Rosier voir : *Sphaerotheca pannosa*).
Blanchard, 281.
Blanck A., 289.
Blaniules mouchetés, 424.
Blastothrix ilicicola Mercet, 302.
Blattes (voir : *Periplaneta orientalis*).
Blattny, 187, 196.
Blé, 422, 423, 438, 444, 445, 446, 447, 449, 469, 471, 505.
Blepharospora cambivora, 242.
Blin, 225, 422.
Blodgett, 170, 171.
Blomfield, 80, 101.
Blot, 88, 90, 100.
Boarmia ilicaria H. S., 319.
Boischot, 429.
Bonnieri 364.
Bordas, 363, 434, 504.
Börner, 58, 69, 83, 87, 89, 100.
Bostriches, 434.
Bouillie bordelaise, 491, 492.
Bouillies cupriques, 419, 483,489,492.
Bouillies aux huiles minérales, 477.
Bouillies mixtes, 474, 490.
Bouillies sulfo-calciques, 477,483,490.
Bourdiol, 463.
Bouvier, 109, 128, 130.
Boyce, 341.
Brachycerus undatus F., 434.
Brandes, 170, 199.
Brassica Napus L., 455.
Brassica oleracea L., 455.
Bretignière L., 422, 448.
Brewer F. M., 171.
Brick, 90.
Brunéteau, 485.
Buffenoir, 454.
Burban, 469.
Burkholder W. H., 268.
Burnet, 225.
Burr, 454.
Busgen, 74.
Bussard, 468.
Busquet, 163.
Buttner, 130.
Buxton P. A., 295.
Byturus tomentosus Fab., 428.

C

Cadoret, 356, 370, 419.
Calville blanc, 14.
Cambonié L., 421.
Campagnols, 436, 437, 479, 484, 487, 496.
Capnodis tenebrionis L., 429.
Capus, 419, 502.
Carcina quercana F., 319.
Cardipe, 448.
Cardon, 425.
Carie, 447, 471.
Carotte, 501.
Carpentier F., 311.
Carpocapses, 427, 490.
Carya, 504.
Cassis, 428.
Cassissier, 416, 473.
Cavara, 379 et suiv., 413.
Cécidomyie du Blé, 422.
Cécidomyie du Chou-fleur, 455.
Cécidomyie de la Vigne, 433, 475.
Cécidomyie des Violettes, 435, 487.
Celakowsky, 344.
Céleris, 427.
Cenangium, 467.
Cephus pygmœus L., 422.
Cerambyx Scopolii Laich, 366, 488.
Ceraphron, 483.
Ceratitis capitata Wied., 430.
Ceratonia siliqua, 286, 295.
Cercospora beticola, 416, 451.
Cercosporiose, 451.
Céréales, 421 à 423, 445, 468, 470.
Cerisier, 427, 428, 429, 458, 459, 460.
Cétoines, 434, 476.
Cetonia aurata L., 434.
Cetonia hirtella L., 434.
Cetonia stictica L., 434.
Ceutorrhynchus, 503.
Chabrolin, 355 à 375, 376 à 413.
Chaitophorus sp., 320.
Chancre, 457.
Chapman, 428.
Chappaz G., 431.
Chappellier A., 436, 478 à 482, 489.
Charançon du trèfle, 499.
Charbons, 447.
Charips (*Allotria*) *victrix* Westw., 496.
Châtaignier, 244, 245, 467, 473.
Chauvinc, 504.
Cheiropachys colon L., 494.
Chêne, 467.
Chêne-liège, 313 à 321.
Chenopodiacées, 456.
Chevalier, 80, 81, 87, 100, 438, 440, 495.
Chicorée frisée, 455.
Chiendent, 469.
Chilochorus bipustulatus L., 284.
Chiloneurinus microphagus Mayr., 302.
Chiloneurus, 483.
Chiloneurus formosus Bohem., 301.
Chionaspis Berlesei Leon., 295.
Chionaspis ceratoniae Marchal, 286.
Chionaspis evonymi Comst., 306.
Chionaspis Lepineyi Balach., 320.
Chionaspis striata Newst., 289.
Chloridea (*Heliothis*) *peltigera* Schiff., 435.
Chloropicrine, 477, 483, 490.
Chlorops, 422.
Chlorose, 160, 460, 462.
Chou, 263, 426, 455, 493.
Christersen, 277.
Chou-fleur, 455.
Chrysanthèmes, 435, 502.
Chrysomèle du cresson, 426.
Chrysomphalus aonidum L., 285, 292, 475, 477.
Chrysomphalus dictyospermi Morg., 283, 285, 292, 293, 295, 296, 305, 320.
Chrysomphalus pinnulifera Mask., 296.
Chrysopa vulgaris L., 485, 493.
Cicadelles, 500, 501.
Cichorum Intybus, 455.
Cimex lectularius, 490.
Citrouilles, 443.
Citrus aurantium, 292, 293.
Citrus japonica, 292.
Cladosporium cucumerinum, 455.
Clasterosporium carpophilum, 459, 505.
Claviceps purpurea, 449, 472.
Clerc A., 434.
Cloque de l'Amandier, 458.
Cloque du Pêcher, 458.
Cloque du Prunier, 458.
Cluzet, 495.
Clysia ambiguella Hübn., 431, 432, 466, 487, 491.
Coccinella (*Thea*) *thuriferea* Sic., 283.
Coccophagus lunatus How., 298.
Coccophagus niger Masi, 299.
Coccophagus scutellaris Dalman, 298.
Coccus hesperidum, 299.
Cochylis (voir : *Clysia ambiguella*).
Cœloides melanotus Wesm., 493.
Cognassier, 457, 458.
Colaspidema atrum Ol., 423.

Colletotrichum atramentarium, 452.
Colletotrichum glœosporioides, 229.
Colletotrichum lindemuthianum, 455.
Colza, 501.
Comes, 90.
Compere, 299.
Comstock, 66.
Congrès international du Rat, 480.
Contarinia tritici Kirby., 422.
Contarinia viticola Rübs., 433, 475.
Cook Fc., 418.
Cook M. T., 171, 209.
Coon H. J., 268.
Coroebus rubi L., 434.
Coroebus sinuatus Ol., 429.
Corbeaux, 478, 481, 499.
Coriolus hirsutus Fr., 368.
Coriolus versicolor Pers., 368.
Cornelis Guerci, 421.
Coryneum, 459, 505.
Coryneum Beijerinckii, 459.
Cossides, 425.
Cossus ligniperda F., 427.
Cotoneaster Francheti, 84.
Cotoneaster horizontalis, 82.
Cotonnier, 416.
Coulure, 446.
Courtilières, 485.
Court-noué, 443, 462, 463, 466.
Crataegus, 4.
Crataegus Crus-Galli L., 80, 83.
Crataegus oxyacantha, 82.
Crataegus punctata Jacq., 80.
Crataegus pyracantha, 73, 82.
Crépin, 438, 440.
Cresson, 426.
Criocère, 426, 484.
Criquet pèlerin, 476.
Crossman, 314.
Cryptochaetum grandicorne Rond., 310.
Cryptolœmus Moutrouzieri Muls., 290, 502.
Crystal C., 75.
Cubaignes, 452.
Cucumis melo L., 455.
Cucurbitacées, 455.
Cultures fourragères, 456.
Cultures fruitières, 427 à 431, 457.
Cultures industrielles, 423 à 425, 450.
Cultures méridionales, 468.
Cultures potagères, 425 à 427, 455.
Cultures d'ornement et florales, 434, 435.
Curtis, 130.
Cuscute, 468.
Cyanamide, 422.
Cyanure de calcium, 436, 483, 500.
Cybocephalus flaviceps Reiter., 283.
Cybocephalus seminulum Baudi., 281.
Cycas revoluta, 293.
Cydonia vulgaris, 457, 458.
Cytospora, 359, 360.
Czarnecki H., 375.

D

Dacus oleae, 468, 502.
Dalmon J., 479, 482.
Dalseme, 469.
Dangeard Pierre, 195, 196.
Danysz, 212.
Dattiers, 477.
Davidson, 21, 52, 64, 74, 75, 80, 81, 100.
Davis J. J., 82, 176.
Deaux, 355.
Décollement gangréneux, 440.
De Gaule, 128, 130.
Dégénérescence, 451.
Degrully L., 421.
Deilephila livornica Esp., 433.
Delacroix, 153.
Delassus P., 413, 431.
Delpino, 144.
Dematophora necatrix, 370.
Dendrosoter protuberans Nees., 493.
Dépérissements de l'Abricotier, 460.
Dépérissement du Noyer, 473, 503.
Dépérissements des arbres fruitiers de la vallée du Rhône, 504.
Dérivés du goudron et huiles minérales, 418.
Dermestes, 489.
Descours-Desacres, 80.
Deutzia crenata, 127.
Dewitz, 75.
Diaspis calyptroides Costa, 293.
Diaspis pentagona Targ., 293.
Diaspis Zamiae Morg., 283, 293.
Dibrachys boucheanus Ratz., 431.
Dicopus citri Mercet, 306.
Didymosphaeria, 461.
Dieuzeide R., 101, 485, 486.
Dimmock, 108, 118, 130.
Dioryctria splendidella Hb., 434, 487.
Doolittle S. P., 171.
Dopter, 222.
Doryphora (voir : *Leptinotarsa decemlineata* Say.).

Doryphorophaga, 476, 480, 487.
Douence A., 422, 427, 476, 477.
Dowson V. W. H., 413.
Dreyfusia Nüsslini, 75.
Drymonia chaonia Hbn., 318.
Drosophyllum, 168.
Duboys, 451, 452.
Ducomet, 177, 197, 448, 451, 456, 467, 475.
Dufrénoy, 163 à 174, 199 à 210, 227 à 268, 356, 361, 375, 453, 456, 467, 505.
Duggar, 171.
Dumont, 309, 311.
Duriez, 87.

E

Euphycus asterolecani Mercet, 305.
Eberlin, 454.
Echaudage, 445.
Eckerson, 171.
Ecphylus hylesini Ratz., 494.
Ecphylus silesiacus Ratz., 493.
Effraie (voir : *Strix flammea*).
Ellinger, 493.
Enargopelte nigra Mercet, 306.
Enchytréides, 424.
Encre, 467, 473.
Encyrtus lunatus Dalman, 300.
Endive, 499.
Endothia parasitica, 245.
Enfer, 89, 101.
Enroulement, 451, 452.
Epinard, 456.
Erastria scitula Rbr., 308.
Ergot du Blé, 449.
Erica arborea, 286.
Eriobothrya japonica, 294, 457.
Eriocampoïdes limacina Retz., 430.
Eriosoma americanum Riley, 1.
Eriosoma lanigerum (Hausmann), 1 à 106, 430, 474, 486, 500, 506.
Eriosoma lanuginosum Hartig., 1.
Eriosoma mali (voir : *Eriosoma lanigerum*).
Eriosoma Patchiæ, 15.
Eriosoma ulmi, 1, 67.
Eriosoma ulmosedens, 15.
Esca, 466.
Estragon, 501.
Eublema deserta Stgr., 309.
Eublema virginalis Obth., 309.
Eucomys scutellata Swed., 320.
Eudemis (voir : *Polychrosis botrana*).
Eulecanium ficinum, 308.
Eulecanium corni B., 477.
Evans, 277.
Evonymus japonica, 294.
Ewing, 64.
Excoriose, 466.
Exoascus deformans, 458.
Exoascus Pruni, 458.
Exobasidium Juglandis (voir : *Microstoma*).
Exochomus anchorifer All., 285, 288.
Exochomus pubescens Kust., 286.

F

Fabre, 130.
Falcoz, 429.
Fageras Schiff, 470.
Faure J. C., 489, 495.
Ferrière Ch., 494.
Feu sauvage, 453.
Feytaud, 356, 430, 484 à 487.
Ficus Carica, 294, 295, 302.
Filippia oleae Corta, 302.
Filosité, 451.
Fiorinia Fioriniae Targ., 295, 298, 306.
Flétrissement, 452.
Foa, 64.
Foex, 269 à 279, 355, 383, 398, 449, 471.
Folle avoine (*Avena fatua* L.), 469.
Fonte des semis, 453.
Forda trivialis Pass., 423.
Forficula auricularia, 129.
Formol, 490.
Fourmis, 500.
Fontenella maroccana Lest., 310.
Fragaria, 429.
Fraisier, 429, 488, 489, 499.
Framboisier, 428.
Fraxinus excelsior, 127.
Fraxinus Ornus, 127.
French, 101.
Freux, 479, 481, 499.
Frickinger, 101.
Frisolée, 451.
Froggatt W. W., 91, 101.
Froid, 438.
Fromageot, 213.
From, 470.
Fuller, 101.
Fulmek, 119, 130.

Fumagine, 468.
Fusain, 127.
Fusarium culmorum, 269.
Fusarium eumartii, 505.
Fusarium Rubi Winter, 248.
Fusarium vasinfectum, 505.
Fusicladium dendriticum, 457.
Fusicladium pirinum, 457.
Fusicoccum Amygdali, 459.

G

Galerucella luteola F., 434.
Gale verruqueuse de la pomme de terre (voir : *Synchytrium endobioticum*).
Gard, 132 à 162, 456, 461, 462, 466, 467, 502.
Garbé, 14.
Gattine, 494.
Gaudineau (Mlle), 472.
Gaumont, 59, 98, 423, 429, 482.
Gaz sulfureux, 483, 490.
Gay, 454.
Géhin, 82.
Gelées, 438, 441.
Gesses, 470.
Gilette, 3, 101.
Glaïeul, 499.
Gnomonia leptostyla, 462.
Gnomonia veneta, 467.
Godineau, 445.
Goethe, 15, 51, 64, 72, 89, 102.
Goldi E. A., 102.
Goldstein, 171.
Gortyna (Hydroecia) xanthenes Germ., 426.
Gracilaria phasianipennella, 109.
Gracilaria sulphurella Haw., 319.
Gracilaria syringella Fab., 107 à 131, 131.
Grand, 461, 462.
Graphium Ulmi, 467.
Grassé Pierre-P., 432.
Grassi, 64, 68.
Graves, 245.
Grégarine, 489.
Guénaux, 112, 130.
Guêpes, 500.
Guercio G. Del., 15, 102.
Guérin, 437.
Gueriniella serratulæ F., 286, 310.
Gui, 468.
Gueriniella serratulæ F., 286, 310.
Guilliermond, 164, 168, 169, 196, 227, 268.
Guillot, 461.
Guyot, 356, 362, 450, 451, 458, 460, 471.
Gymnosporangium, 458.
Gymnosporangium clavariaeforme, 183.
Gymnosporangium Sabinae, 183,

H

Habrolepis Dalmani Westw., 303.
Haltica ampelophaga Guér. Mén., 484, 486.
Hannetons, 435 et 436.
Harduin R., 430.
Haricot, 442, 443 455, 499.
Harris Reginald G., 64.
Haussmann, 13, 102.
Haworth, 110, 130.
Helminthosporioses, 269 à 279, 474.
Helminthosporium gramineum, 278, 472.
Helminthosporium sativum, 269 à 279, 472.
Hémérobes, 431.
Hemiberlesia cameliae Comst., 285, 305.
Henry, 277.
Hérons, 478, 481.
Heterodera radicicola Müll., 427.
Hewitt T. R., 73, 102.
Hippeastrum equestre, 163.
Hippeastrum Johnsoni, 163.
Hippodamia convergens, 502.
Hispaniella lauri Mercet, 298.
Hoagland, 90.
Hoggan, 171.
Homocidus, 483.
Hoplocampa sp., 484, 486.
Hoplocampa fulvicornis Klug., 430.
Houblon, 425, 453, 454, 473.
Howard L. O., 3, 6, 20, 23, 66, 27.
Huergo, 102.
Hufnagel A., 130.
Hugo Thiem, 82.
Huiles d'anthracène, 477, 490.
Huiles minérales, 489.
Huile de paraffine, 419.
Huile de pin, 485.
Huiles vertes, 419.
Humidité excessive, 443.
Humulus lupulus, 453.
Hutchings C. B., 108, 126, 127, 130.
Hyalopterus pruni F., 430, 487, 489.
Hydroecia xanthenes, 426.
Hylesinus fraxini, 493.
Hylobius abietis L., 434, 487.
Hylotrupes bajulus, GFB.

Hyperaspis (Oxynichus) guttulatus Fairm., 287, 288.

Icerya Purchasi, 286, 302, 435.
Iegen, 102.
Immortelles, 435.
Incurvaria capitella Cl., 428.
Indoo Mc., 418.
Hyponomeutes, 419, 427.
Hypopta caestrum, 425.

I

Insectes coprophages, 499.
Iris, 434.
Isaria densa, 436.
Isaria farinosa, 436.
Istvanffi (Gy.), 178, 197.

J

Jeagher (A. de), 197.
Jaguenaud, 470.
Jennings, 21.
Joannis (Abbé J. de), 108.
Joessel, 359, 361, 363, 375, 425, 455, 456, 457, 458, 460, 465, 468, 504.
Johnson, 171.
Jones, 171.
Jonquilles, 434.
Juglans cinerea, 461.
Juglans cordiformis, 504.
Juglans Hindsii, 461, 503.
Juglans nigra, 461, 504.
Juglans regia, 461, 462, 503.
Juglans Sieboldiana, 461, 504.
Juniperus communis, 183.
Juniperus nana.
Juniperus thurifera, 284, 285.
Jus de tabac, 489.

K

Keller, 14, 102.
Kermes vermilio Planchon, 320.
Kermoccocus bacciformis Leon., 302.
Kessler, 69, 102.
Kingo Miyabe, 175.
Kinney (Dr), 170, 171.
Kirby, 13, 102.
Klebanh, ebb.
Klebs, 344.
Knudson, 167, 170.
Kofman, 495.
Kosmiel, 83.
Kraft, 54, 88.
Kruger L., 14, 102.
Kuhnoltz-Lordat, 462.
Kunkel, 171.

L

Lactuca sativa, 455.
Lagatu, 462.
Laitue, 455, 501.
Landgraf, 130.
Lang J., 91.
Lang W., 197.
Langeron M., 412.
Lapédagne H., 426.
Laphygma exigua Hb., 426.
Laprugne, 456.
Lasioderma serricorne, 487.
Lasius emarginatus, Latr., 488.
Laurus nobilis, 295, 298.
Lautrey, 454.
Leach W. E., 102.
Lebia grandis Hentz., 485.
Lecanium oleae, 468.
Lecanodiaspis sardoa, Targ., 306.
Le Cerf, 108.
Le Graverend, 108.
Legros A., 479, 481.
Legumineuses, 422, 455, 456.
Le Pelley, 79, 86, 88, 91, 93, 94, 102.
Lepidosaphes conchyformis, Gmelin, 294.
Lepidosaphes ulmi, L. 285, 294, 295, 302.
Lepigre, 413.
Lepiney (J. de), 292, 313 à 321.
Leptinotarsa decemlineata Say, 416, 423, 474, 478, 484.
Leptocryptus, 483.
Leptosphaeria herpotrichoïdes, 274, 276, 450.
Lestage, 311.
Leucaspis pusilla Loew, 297.
Leuzinger, 15, 20, 38, 39, 40, 60.
Lichens, 508.
Lichtenstein, 58.
Lidella senilis, 493.
Lignières, 48, 49, 51, 58, 65, 66, 68, 69, 71, 72, 102.
Ligustrum californicum, 127.

Ligustrum japonicum, 127.
Ligustrum ovalifolium, 127.
Ligustrum vulgare, 109, 126.
Lilas, 107 à 131.
Limnerium alkae El. et Sacht, 493.
Lin, 425, 442.
Lindau, 347.
Lindman, 197.
Lixus junci Sch., 424.
Lokrenz H. W., 103.
Loque américaine, 495.
Lotier, 444.
Low F., 58, 103.
Lucas H., 130.
Ludford, 169, 268.
Lustner, 103.
Luzerne, 423, 456, 468, 499.
Lychnis githago, 470.
Lycium barbarum, 485.
Lycopersicum esculentum, 455.
Lygocerus testaceimanus Kieff., 494.
Lymantria dispar, 313.
Lysol, 484.

M

Macrosiphum dirhodum Walk., 494.
Maire R., 197, 300, 412.
Maïs, 233, 423, 489.
Malacosoma lusitanicum L., 433, 487.
Maladies des arbres d'alignement et des arbres forestiers, 474.
Maladies du Cassissier, 473.
Maladies du Châtaignier, 473.
Maladie du cœur de la Betterave, 450.
Maladies dites de la dégénérescence, 451.
Maladie de l'Encre, 467, 475.
Maladie du grain de blé, 474.
Maladie du Mûrier, 474.
Maladies causées par des parasites végétaux, 437.
Maladies non parasitaires, 437, 445.
Maladies physiologiques, 462.
Maladie verruqueuse, 452, 473, 505.
Malaquin, 103.
Malenotti, 305, 311.
Malus augustifolia (= *sempervirens*) 80, 86, 87
Malus baccata, 87.
Malus coronaria, 80, 86.
Malus dasyphylla, 87.
Malus domestica, 87.
Malus floribunda, 87.
Malus ioensis, 80, 86, 87.
Malus paradisiaca (=*pumila*=*praecox*), 87.
Malus prunifolia, 93.
Malus rivularis, 80, 86.
Malus Sieversii, 87.
Malus sylvestris (= *acerba*), 87.
Mammifères, 436 et 437, 479.
Mangenot, 168, 169, 228.
Mangifera indica, 231.
Mangin, 183, 197, 236, 474.
Marchal P., 1 à 106, 197, 286, 288, 290, 311, 474.
Marié P., 435, 436.
Marlatt C. L., 103.
Marre E., 432.
Marsonia Juglandis, 153, 158, 462.
Marssonia Panattoniana, 455.
Marumba quercus Schiff., 319.
Masi L., 299, 311.
Mason P. W., 3, 6.
Masselot, 397, 412.
Massey, 170.
Masson P., 23, 103.
Matruchot, 268.
Maume, 462.
Mauginiella Scaettea Cav., 381.
Medicago sativa, 456.
Megalomus Balachowskyi Lest., 310.
Megaspilus, 485.
Meilhan J., 425, 485, 487, 489.
Melampyrum pratense, 257.
Melasoma populi L., 425.
Melkus, 177, 197.
Meligethes, 504.
Melon, 443, 455.
Méneret, 438, 440.
Mercet, 293, 297, 299, 301, 303, 311.
Merisier, 429, 483.
Merkenschlager, 197.
Metaphycus hirtipennis Mercet, 303.
Méthylbenzaminate de nicotine, 419.
Meyrick E., 130.
Microbracon brevicornis, 493.
Microdus tumidulus, Nees, 493.
Microsphaera quercina, 467.
Microstroma Juglandis, 157.
Mildiou du Houblon (voir : *Peronoplasmopara Humuli*).
Mildiou de la Pomme de terre, 416, 451, 476.
Mildiou de la Vigne (voir : *Plasmopara viticola*), 420, 421, 464, 491, 502.
Millardet A., 139.

Millasseau, 174 à 198, 473.
Milovidov, 262.
Mimeur, 292.
Minkiewicz St., 103.
Mirabelliers, 427.
Myrmica scabrinoides, Nyl, 488.
Misra, 89, 103.
Moesz, 322.
Mokrzecki, 67, 72, 103.
Molliard, 228, 268.
Monilia, 457, 458.
Monilia cendré, 458.
Monilia des fleurs de l'Abricotier, 505.
Monocotylédones, 456.
Monophlaebus fuscipennis, Bürm, 287.
Montard, 374.
Monzen, 15, 53, 67, 81, 87, 89, 90, 93, 94, 103.
Mordwilko, 5, 13, 14, 15, 21, 36, 43, 51, 55, 56, 59, 64, 68, 82, 103.
Moreau, 189, 197, 343.
Mosaïque, 163, 168, 453, 473.
Mosaïque de la Canne à sucre, 199 à 210.
Mosaïque du Haricot, 455.
Mosaïque du Tabac, 473.
Mosley, Osw., 104.
Mouche de la Betterave, 424, 489.
Mouche des cerises (voir : *Rhagoletis cerasi* L.).
Mouche à scie du Rosier, 491.
Mouillefer, 108, 130.
Mourios, 456.
Mousses, 506.
Muhlberg, 51, 54, 88, 104.
Mulots, 479.
Mûrier, 474.
Muscardine, 492.
Myzoxylus mali voir : *Eriosoma lanigerum*).
Myzus cerasi F., 429, 483.
Myzus persicae, Sulz, 430, 488, 489.

N

Naphtaline, 436.
Narcisses, 435.
Navet, 455, 501.
Nectria cinnabarina, 367.
Nectria ditissima, 80, 47.
Néflier du Japon, 457.
Négril, voir : *Colaspidema atrum*.
Nelson, 261 .
Nématodes, 423, 427.
Nemeritis cremastoides Hlgr., 128.
Neopeckia Coulteri Peck., 321 à 353.
Neumann, O., 197.
Nevski, V. P., 104.
Nicholls, 94, 104.
Nicolas, 447, 450, 455, 456, 457, 458, 459.
Nicotiana tabacum, 453.
Nicotine, 419, 425, 428, 433, 483, 485, 487, 489, 490.
Nielle, 470.
Viptus hololeucus Fald., 489, 490.
Nitrate de soude, 422.
Nixon, E. L. 268.
Noctuelles, 424, 426.
Noctuelle de l'Artichaut, 426.
Noel, P., 108, 130.
Noircissement de l'Epi, 450,
Nordlinger, 13.
Nosema, 496.
Novius cardinalis Muls., 286, 435, 503 et 504.
Novius cruentatus Muls., 286.
Noyer, 132 à 162, 461, 462.

O

Œnophtira pilleriana Schiff, voir : Pyrale de la Vigne.
Oestlund, 82.
Oïdium, 421, 464, 491.
Oignon, 237.
Olea europa, 295, 301, 468.
Olivier, 418, 468.
Ophiobolus graminis, 269, 274, 445, 450, 472.
Opuntia tomentosa, 293.
Orangers, 475, 477.
Orge, 422, 445, 472.
Orme, 1 à 106, 434, 467.
Orobanches, 468.
Orthacanthacris aegyptia L., 319.
Otiorhynchus meridionalis Gyll., 435.
Otiorhynchus sulcatus F., 435.
Osval, 377, 401, 412.

P

Pachineuron sp., 308, 485.
Paillot, 355, 375, 418, 427, 430, 487.
Paine S. G., 268.
Palmier-dattier, 376 à 413.
Pantomorus Godmani, Crotch, 434.
Paoli, 296, 312.

Paradichlorobenzène, 426, 427, 429, 492.
Paris, 399.
Parker, 293, 312, 493.
Parlatoria Blanchardi, Targ., 281, 283, 289, 295.
Parlatoria Pergandei Comst, 285, 293.
Parlatoria ziziphi, Lucas, 285.
Passerini, 14.
Pasteur, 496.
Patch E., 3, 5, 4, 10, 12, 82, 104.
Patouillard, 367.
Paul, 445.
Pébrine. 494.
Pêcher, 418, 427, 429, 430, 458, 459, 460, 487, 489, 499, 504.
Pegomyia hyoscyami, Panz., 424, 499.
Pégomyie de la Betterave (voir ci-dessus).
Peklo J., 104.
Perconoptères, 482.
Peridermium elatinum, 183.
Perillus bioculatus, Fabr., 478, 485.
Perin, 399.
Periplaneta orientalis, 490.
Peronoplasmopara Humuli, 174 à 198, 453, 475, 508.
Peronospora effusa, 178.
Peronospora Ficariae, 178.
Peronospora Schachtii, 178.
Peronospora Schleidenii, 237.
Perret, 442, 443, 451, 452.
Perrisia affinis Kieffer, 435, 487.
Persica vulgaris, 458, 459.
Persil, 455, 499.
Petit, 448, 449.
Petri, 74, 75, 90, 268.
Pétrole, 487, 489.
Petroselinum sativum, 455.
Peupliers, 467.
Peyerimhoff (P. de), 283, 285, 286, 287, 300, 301.
Peyronel, 277.
Phaedon cochleariae F., 426.
Phalène hiémale, 427.
Phalera bucephala, L., 318.
Phanérogames parasites, 458.
Pharoscymnus anchorago Fairm, 281, 289.
Pharoscymnus setulosus Muls., 290.
Phaseolus vulgaris, 455.
Phelipaea ramosa C. A. Ney, 468.
Phenacoccus Peyerimhoffi Vayss., 283, 285.
Philippia oleae Costa, 300.
Phillyrea media, 127.
Phoenicoccus Marlatti Ckll., 290.
Phœnix dactylifera L., 376 à 413.
Phyllodecta vitellinae L., 425.
Phyllodecta vulgatissima L., 425.
Phyllosticta, 457.
Phyllosticta fusiforme, 457.
Phylloxera, 64, 74.
Phytolacca decandra, 168.
Phytophtora infestans, 177, 178, 239, 451, 452.
Picea Engelmannii, 349.
Picea excelsa, 347, 349.
Piedallu, 477.
Piéride, 426.
Piéride du Chou, 489.
Piétin du Blé, 269 à 279, 450, 472.
Pimpla maculator, F., 493.
Pinelle, 460, 504.
Pinoy P. E., 413.
Pins, 322 à 353, 433, 434, 467.
Pinus pumilio, 322.
Pinus halepensis, 297.
Pirus communis, 82.
Pissenlit, 499.
Pistacia lentiscus, 301.
Plantes adventices, 468.
Plasmopara viticola (voir : Mildiou de la Vigne), 178, 182, 420, 465, 502.
Platanes, 467.
Platyparea poeciloptera Schrk., 426.
Plusia gamma L. 425.
Plutella maculipennis Curtis, 426, 495.
Poirier, 82, 418, 428, 457, 490, 499.
Pois, 501.
Polistes gallicus Z., 485.
Polychrosis botrana Schiff., 431, 432, 466. 475, 484, 487, 491.
Polyporus fulvus F., 367.
Polysulfure de chaux, 491.
Pomées, 457.
Pomme de terre, 163, 168, 423 et 424, 441, 442, 451, 485, 499.
Pommier, 1 à 106, 418, 428, 429, 457, 478, 492.
Ponsard, 449.
Popillie du Japon, 476.
Portchinsky, 14, 104.
Portier, 108, 115, 125, 131.
Poterium, 429.
Poupard, 454.
Pourridié, 459, 461, 463.
Pourridié de la Vigne, 466.

Pourriture bactérienne, 455.
Pourriture grise, 466.
Poutiers, 293, 295, 305, 312, 486, 501
Prairies, 422, 423.
Prilipko, Z. D., 104.
Prillieux, 73, 74, 104, 153.
Pristiphora pallipes Lep., 430.
Processionnaire du pin, 433.
Prospatella leucaspidis Mercet, 297.
Prunet, 175.
Prunier, 418, 429, 459, 499.
Prunus cerasus, 459.
Prunus domestica, 459.
Pseudococcus nipae Mask., 310.
Pseudococcus vitis Nied, 291.
Pseudomonas Pini, 261.
Pseudoperonospora Humuli, 453, 454.
Pseudotsuga mucronata, 349.
Pterocarya, 504.
Pteronus ribesii Scop., 430.
Pteronus rhododactylus F., 434.
Puccinia divers, 446.
Puccinia coronifera Kleb., 447.
Puccinia glumarum, 445, 446.
Puccinia graminis Pers., 447.
Puccinia Pruni-spinosae, 459.
Puccinia Sorghi, 233.
Puccinia triticina Er., 447.
Pucerons divers, 489, 500.
Puceron du Fraisier, 488.
Pucerons gallicoles, 486.
Puceron lanigère (voir : *Eriosoma lanigerum*).
Puceron noir (voir : *Anuraphis amygdali*, Buckt.).
Pucerons du Pêcher (voir : *Anuraphis amygdali* Buckt. ; *Hyalopterus pruni* F., et *Myzus persicae* Sulz).
Pucerons radicicoles, 423.
Pulvinaria mesembryanthemi, 299.
Pulvinaria vitis L., 298.
Pussard, 107 à 131, 488.
Pyrale du maïs (voir : *Pyrausta nubilalis*, Hübn.).
Pyrale du pin maritime (voir : *Dioryctria splendidella*).
Pyrale de la vigne, 432, 433, 492.
Pyrameis cardui L., 425, 435, 476, 484, 485.
Pyrausta nubilalis Hübn., 422, 476, 488. 493.
Pyrèthre, 419, 433, 484, 487, 489, 499, 500.
Pythium megalacanthum.

Q

Quaintance, 20, 97.
Quercus coccifera, 305.
Quercus Ilex, 301, 303.
Quintanilha, 168.

R

Rabaté, 446, 470.
Radiations ultra-violettes, 211 à 226, 479.
Rao-Sahib, 312, 412.
Rats, 480, 498.
Ravaz, 182, 374, 432, 441, 462, 463, 464, 465, 466.
Ravenelles, 470.
Ravu, 344.
Rawlins, T. E., 171.
Raybaud, 197.
Raymond, 504.
Rayss, 322 à 353.
Réaumur, 109, 131.
Reddick, D., 268.
Régnier, R., 116, 131, 436, 496, 500, 501.
Rennie, 495.
Renoncules, 470.
Reppert, 105.
Reticulitermes lucifugus Rossi, 433, 487.
Rhagoletis cerasi L., 417, 429, 483, 484, 486.
Rhaphitelus ladenbergi Raty., 494.
Rhimanthes, 468.
Rhizoctonia violacea, 456.
Ribes, 428.
Riehm, 347.
Rice, M. A., 268.
Riehm, 347.
Riols, 197, 454.
Rivera, 464.
Rives, 375, 445, 446, 463.
Rochon-Duvigneaud, 482.
Rode, P., 211 à 226, 478 à 480, 497.
Roestelia, 458.
Rohmer, 453, 454, 505, 506.
Rongeurs, 478 à 481, 496 à 499.
Rose, D. H., 268.
Rosella, Et., 269 à 279, 449.
Rosellina necatrix, 466.
Rosiers, 434, 476, 491.
Rostowzew, 176.
Rot blanc, 466.

Rot blanc, 466.
Roubaud, 493.
Rouilles, 453, 458, 459, 471.
Rouilles des Céréales, 471, 506, 507.
Rouzaud, 309, 312.

Saissetia oleae Bernard, 285, 299, 307.
Salicylate de méthyle, 495.
Salmen, 93.
Salmon, E. S., 176, 187, 197.
Salsifis, 499.
Sanson, 437, 438, 443.
Sappin-Trouffy, 183.
Savastano, 403.
Savon noir, 419.
Savon-nicotine, 486.
Savon-pyrèthre, 419, 485.
Savulescu, 322 à 353.
Scarth, G. W., 268.
Schedius Kuwanae, 314, 321
Schizoneura lanigera, voir *Eriosoma lanigerum*.
Schizophyllum commune Fr., 368.
Schneider-Orelli, 15, 20, 38, 39, 40, 58, 60, 65, 72, 105.
Schoene, 105.
Schouteden, H., 105.
Seille, 489.
Sclerotinia cinerea Bon., 458.
Sclerotinia libertiana, 455.
Scolopendrelle, 423, 487.
Scolytides, 434.
Scolytus rugulosus, 365.
Scorsonères, 427.
Scrophulariacées, 470.
Scutellista cyanea Motch, 306.
Scutigerella immaculata, 423, 487.
Scymnus Kiesenwetteri Muls., 288.
Sécheresse, 159, 443.
Secrétain, 474.
Sélariès, 450, 453, 454, 506, 507.
Septoria Avenae, 450.
Septoria graminum, 450.
Sergent, 412.
Serville, 14.
Sesamia nonagrioides Lef., 422.
Severin R., 450.
Sharp, 170.
Shingi, 64.
Showalter, 166.
Shull, 64.
Sich, A., 127, 131.
Signiphora Merceti Malen., 305.
Rupestris, 462.
Rouille du Tabac, 453.
Sacquépée, 222.
Saillard, 451.
Ruscus, 435.

S

Silpha obscura L., 424.
Silpha opaca L., 424.
Silvestri, 281, 298, 301, 312.
Simaethis nemorana Hüb., 428.
Situation météorologique en 1928, 437.
Smith, R. I., 12, 105, 299, 312.
Solanées, 455.
Solanum Melongena, 455.
Solanum tuberosum L, 451.
Sorauer, 105, 127, 131.
Sorbier américain, et
Sorbus (*Pirus*) *americana*, 4, 83.
Sorghos, 422.
Sorokin, H., 171.
Soude caustique, 419.
Soufres cupriques, 421.
Souris, 482.
Spathius rubidus, 493.
Spence, 13.
Speyer, 89, 95, 105.
Sphaerolecanium emerici Planchon, 301, 303.
Sphaerolecanium prunastri Fonsc., 298, 301.
Sphaerotheca Humuli, 186.
Sphaerotheca pannosa, 459, 491.
Sphinx de la Vigne, 433.
Sphodromantis viridis Forsk, 318.
Spinacia oleracea, 456.
Spuler, 131.
Stager, 108, 131.
Stainton, 109, 131.
Stakmann, 268, 277.
Staniland, 77, 78, 79, 88, 89, 93, 94, 95, 105.
Staudinger, 131.
Stedman, J. M., 105.
Stellwaag, F., 105.
Stereum purpureum, 460.
Stevens, 278.
Stotzia striata Marchal, 285, 287, 299.
Streptococcus bombycis, 494.
Strix flammea, 437.
Stromatinia fructigena, 457.
Stromatinia Cydoniae, 457.
Strychnine, 436.

Sulfocarbonate de potasse, 426.
Sulfure de carbone, 426, 485.
Surcouf, 398.
Sureau, 127.
Sylvinite, 424.

Tabac, 163, 453, 458, 485, 492.
Tachinaire, 474, 496.
Tahir Ertogrul, 495.
Tarsonemus Woodi, 495.
Taschenberg, Ed., 105.
Taupins, 421, 424, 477, 499.
Tavelure, 457, 490.
Teigne des Choux, 426, 495.
Teigne du Figuier, 428.
Teigne du Lilas, de 107 à 131.
Teigne des Poireaux, 426.
Teigne des tapisseries, 500.
Tempère, 158.
Tenthrèdes des Groseillers, 430.
Tenthrède limace, 430.
Tenthrède de la Rave, 484, 487.
Tenthrèdes des Ribes, 430.
Tenthrède du Rosier, 491.
Termites, 484, 487.
Termite lucifuge, 433, 487.
Tetramorium caespitum L., 488.
Tetraneura ulmi Degeer, 67, 423.
Tétranyques, 425, 430.
Tetrastichus, 483.
Theobald, 14, 15, 80, 89, 106, 428.
Thielavia basicola, 453.
Thiele, 49, 58, 65, 83, 106.

Ulmus americana, 1 à 106.
Ulmus campestris, 15, 67, 364, 467.
Ulmus effusa, 20.
Ulmus montana, 467.
Uncinula necator, p. 464.
Urbann, 454.

Valéry Mayet, 83, 103.
Van der Goot, 15.
Van der Meer, 236.
Vanesse du Chardon. Vanesse de l'Artichaut et *Vanessa cardui*, voir : *Pyrameis cardui*.
Vassiliev E. M., 112, 131.
Vautours, 482.
Vavilov, 86.
Vayssière P. 281, 310, 312, 383, 398, 434, 475, 476.

Synchytrium endobioticum, 417, 452, 453.
Syringa Josikaae, 127.
Syringa persica, 127.
Syringa vulgaris, 127.
Syrphides, 482, 485.

T

Thompson, 493.
Thymelea hirsuta, 289.
Thyraella collaris Grav. 493.
Tilletia, 448.
Tillyard, 92.
Tinea syringella, voir : *Gracilaria syringella*.
Tipules, 422, 476, 479.
Tolylaminate de nicotine, 419.
Tomate, 455, 485.
Tordeuses du Rosier, 476.
Trabut, 290, 294, 309, 312.
Trabutina elastica Marchal, 288.
Trèfle, 422, 468, 499.
Trèfle violet, voir *Trifolium pratense*.
Treitschke, 131.
Trichoderma lignorum, 359, 367.
Trichogrammes, 478.
Trichomastus, sp., 305.
Trifolium pratense, 468.
Troène, 107, 127.
Trouvelot, 87, 476, 478, 485.
Tulasne, 177.
Tullgren, 127, 131, 428.
Tylenchus, 423.
Tylenchus dipsaci Kühn, 435.

U

Uromyces Phaseoli, 455.
Uromyces appendiculatus, 455.
Ustilago Avenae, 447.
Ustilago levis, 447.
Ustilago Tritici, 447.

V

Ver des Cerises, voir : *Rhagoletis cerasi* L.
Vers cordonniers, 430.
Vers cordonniers des prunes, voir : *Hoplocampa* sp.
Vers de fil de fer, voir : Taupins.
Ver à soie, 494.
Vercier, 355, 427.
Verguin J., 429, 476, 486, 487.
Vermicularia varians Ducomet, 452.
Vertébrés nuisibles, 436 et 437.

Verticillium, 456, 505.
Verticillium albo-atrum, 505.
Verticillium Dahliæ, 363, 364.
Verticillium Lycopersici, 505.
Vesces, 470.
Vesperus strepens F., 433.
Viala, 466.
Vigne, 132 à 162, 418, 419, 420, 421, 431 à 433, 442, 443, 444, 462, 464, 465, 490, 492.
Vignobles, 445.
Villedieu, 420, 421.
Violettes, 435.
Virus Danysz, 211 à 226, 436, 437, 479, 487, 496 à 498, 501.
Vivet, 356, 375.
Voukassovitch, 493.
Vuillet (Mme), 15, 59, 68.

X

Xyleborus dispar, 365
Xyleborus monographus F., 320.
Xyleborus saxeseni, 365.

Y

Yoshihao Takahashi, 175.
Young, 237, 277.

Z

Zacher, 127, 131.
Zellev, 126, 131.
Zicrona cœrulea L., 486.
Zolotarevsky, 13.
Zygène malheureuse, et
Zygène paresseuse, voir : *Aglaope infausta* L.
Zweigelt, 75.

W

Walker, M. N., 171, 268.
Ware, 176, 179, 187, 197.
Weck, 453.
Wellensek, 268.
Whetzel, 170.
Whorter F., 171.
Wildfire, 453.
Willaume F., 431, 476, 477.
Wiltwhire, 80, 106.
Wollenweber, 467.
Woodworth C. W., 106.

ERRATA

Chabrolin (Ch.). La pourriture de l'inflorescence du Dattier, fasc. 5, p. 376-414.
Fig. 4. : gr. = 750 (au lieu de 1.000).— Pl. I. : fig. 1 : gr. 1/5 ; fig. 2 : 1/3 (figure renversée) ; fig. 3 : gr. 1/3 ; fig. 4 : gr. 1/5. — Pl. II : fig. 5 : gr. 1/5 ; fig. 6 gr. 1/10.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

Marchal (P.). — Etude biologique et morphologique du Puceron lanigère du Pommier [*Eriosoma lanigerum* (Hausmann)] 1

Pussard (R.). — Contribution à l'étude morphologique et biologique de la Teigne du Lilas [*Gracilaria syringella* Fab.] 107

Gard (M.). — Sur les causes de l'infécondité des Noyers et de la Vigne en 1926 132

Dufrénoy (J.). — Introduction à l'étude cytologique des plantes affectées par des maladies à virus 163

Millasseau (J.). — Contribution à l'étude morphologique du *Peronoplasmopara Humuli* 175

Dufrénoy (J.). — La Mosaïque de la Canne à sucre 199

Rode (P.). — Influence des radiations ultra-violettes sur le *Bacillus Typhi Murium* (Virus Danysz) 211

Dufrénoy (J.). — Observations sur les modifications pathologiques de la forme des vacuoles des cellules végétales 227

Foex Et. et Rosella Et. — Sur deux Helminthosporioses de l'Orge.... 269

Balachowsky (A.). — Observations biologiques sur les parasites des Coccides du Nord-Africain 280

De Lépiney (J.). — Les Insectes nuisibles du Chêne-Liège dans les forêts du Maroc 313

Savulescu (Tr.) et Rayss (T.). — Un parasite des Pins peu connu en Europe : *Neopeckia Coulteri* (Peck). Sacc. 322

Chabrolin (Ch.). — Notes et observations relatives aux dépérissements de l'Abricotier 355

Chabrolin (Ch.). — La pourriture de l'inflorescence du Palmier-Dattier (*Khamedj*) 377

Rapport phytopathologique pour l'année 1928 415

Rapports sommaires sur les travaux accomplis dans les laboratoires pendant l'année 1928 471